



PROJETO DE GRADUAÇÃO

MODELO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DE INVESTIMENTO EM FERROVIAS ESTUDO DE CASO: ACESSO FERROVIÁRIO AO PORTO DE PARANAGUÁ

Por,
Bruna Elisabete Maria Belchior Rolim

Brasília, 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

MODELO DE ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DE INVESTIMENTO EM FERROVIAS ESTUDO DE CASO: ACESSO FERROVIÁRIO AO PORTO DE PARANAGUÁ

Por,

Bruna Elisabete Maria Belchior Rolim

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção
do grau de Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Reinaldo Crispiniano Garcia, UnB/ EPR (Orientador)

Prof. João Mello da Silva, UnB/ EPR

Brasília, 2018

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, André e Valquíria, que não pouparam esforços para que eu tivesse a melhor educação possível, e ao meu noivo, Gerhard, pelo apoio incondicional.

Bruna Elisabete Maria Belchior Rolim

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, André e Valquíria, e ao meu noivo, Gerhard, que me incentivaram todos os anos que estive na faculdade. Ao meu irmão, que mesmo de longe, me apoiou.

Ao Prof. Dr. Reinaldo Garcia, pela orientação e seu grande desprendimento em ajudar-me.

Ao especialista em ferrovias, Célio Pereira, pela co-orientação, pelo incentivo e pela ajuda com o fornecimento não só de informações do setor ferroviário, mas de conhecimento, para a realização deste trabalho.

Ao amigo Cícero Rodrigues pelo incentivo e grande ajuda com o fornecimento de dados para a realização deste trabalho.

Agradeço também à Empresa de Planejamento e Logística, pela disponibilização do material necessário para as pesquisas técnicas.

Bruna Elisabete Maria Belchior Rolim

RESUMO

O presente estudo buscou analisar a viabilidade financeira de investimentos para incrementar a capacidade e a segurança no transporte ferroviário de carga. O modelo desenvolvido é aplicado a um trecho de 168,1 km que corresponde ao acesso ferroviário do Porto Paranaguá/PR. Para tal, foi utilizada uma metodologia que identifica os gargalos ferroviários através da análise do cenário atual, propondo em seguida cenários de melhoria e por fim analisando tanto indicadores ferroviários quanto de viabilidade financeira para obter o melhor resultado. Ao final deste estudo chegou-se ao investimento mínimo viável no incremento de capacidade e segurança no transporte ferroviário de carga com o objetivo de impedir a saturação da via nos próximos 10 anos.

ABSTRACT

The present study sought to analyze the financial feasibility of investments to increase capacity and safety in rail freight transportation. The model developed is applied to a 168.1 km stretch that corresponds to the rail access of Paranaguá Port / PR. For this, a methodology that identifies the railway bottlenecks through the analysis of the current scenario, then proposes scenarios of improvement and finally analyzing both rail indicators and financial feasibility to obtain the best result was used. At the end of this study, the minimum feasible investment in the increase of capacity and safety in rail freight transport was reached in order to prevent the saturation of the highway in the next 10 years.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO: PORTO PARANAGUÁ	15
1.2.1 Importância no cenário nacional.....	15
1.2.2 Acesso ferroviário e sua utilização.....	16
1.3 PROBLEMA E OBJETIVOS	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 FERROVIAS	20
2.1.1 Conceitos básicos.....	20
2.1.2 Capacidade.....	21
2.1.2.1 Fórmula de Colson	22
2.1.2.2 Capacidade de transporte da linha.....	23
2.1.3 Pátios Ferroviários.....	23
2.1.3.1 Elementos necessários ao projeto de pátios de cruzamento.....	23
2.1.4 Controle de tráfego e Sistema de sinalização.....	24
2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA.....	25
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	28
3.2 METODOLOGIA DO ESTUDO	28
3.2.1 Análise do Cenário Atual	28
3.2.2 Cenários de melhoria	30
3.2.3 Viabilidade Financeira.....	31
3.2.4 Escolha do melhor cenário	31
4 ESTUDO DE CASO: ACESSO FERROVIÁRIO AO PORTO DE PARANAGUÁ.....	32
4.1 SITUAÇÃO ATUAL.....	32
4.1.1 Características gerais	32
4.1.2 Capacidade de Transporte da Linha e Previsão de Demanda.....	34
4.2 PROPOSTA DE CENÁRIOS DE MELHORIA	36
4.2.1 Cálculo de Capacidade Transporte de Linha	36
4.2.2 Percentual de Utilização do Sistema e Ano de Saturação.....	38
4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA.....	41

4.3.1 Previsão de Demanda, Previsão de Receita e Determinação de Custos	41
4.3.2 Indicadores de Viabilidade	42
4.4 ESCOLHA DO MELHOR CENÁRIO DE INVESTIMENTO	43
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição Modal 2015	13
Figura 2 – Localização do Porto de Paranaguá	15
Figura 3 - Histórico de Movimentação APPA.....	16
Figura 4 - Acesso Ferroviário ao entorno do Porto de Paranaguá.....	16
Figura 5 - Participação percentual do modal ferroviário por produto (2015).....	17
Figura 6 – Capacidade em TU/Ano dos terminais no porto Paranaguá.....	18
Figura 7 - Principais Elementos da Superestrutura da via.....	20
Figura 8 - Bitola	20
Figura 9 – Trecho Ferroviário e pátios estudados	32
Figura 10 - Demanda mensal cuja origem é o Porto de Paranaguá.....	34
Figura 11 - Demanda mensal cujo destino é o Porto de Paranaguá.....	35
Figura 12 – Previsão de Demanda.....	41
Figura 13 – Custos com pessoal e Manutenção.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas de Licenciamento	24
Tabela 2 – Grupos de Carga e Tarifa Média	29
Tabela 3 – Percentual de utilização da via no decorrer de 30 anos	35
Tabela 4 – Capacidade dos entre pátios	37
Tabela 5 - Capacidade de Transporte da linha	38
Tabela 6 – Percentual de utilização em cada cenário	39
Tabela 7 – Percentual de utilização da capacidade dos entre pátios em cada cenário.....	40
Tabela 8 – Custos de Novos Investimentos.....	42
Tabela 9 – Indicadores de Viabilidade Financeira	42
Tabela 10 – Indicadores e Informações para tomada de decisão	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos Latinos

TU	Tonelada	[1.000 kg]
C_t	Capacidade de tráfego teórica	[Trem]
t_i	Trem ímpar	[min]
t_p	Trem par	[min]
K	Coefficiente redutor	
C'_t	Número de trens de carga que poderão circular nesse período de tempo	[Trem]
C	Capacidade de Transporte	[TU]
P_u	Toneladas úteis por trem de carga	[TU]
m	Projeção das agulhas na direção horizontal	[metros]
l	Distância do talão da agulha à ponta do coração	[metros]
l'	Distância da ponta do coração ao marco do desvio	[metros]
lu	Comprimento útil	[metros]
L_t	Fluxo líquido do projeto no horizonte n	[Reais]
t	Horizonte de Planejamento	[Anos]
B_t	Fluxos de entrada descontados	[Reais]
C_0	Investimento inicial	[Reais]
C_t	Fluxos de saídas descontados	[Reais]

Símbolos Gregos

θ	Perda de tempo nos cruzamentos
ρ	Taxa de desconto

Siglas

ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
APPA	Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina
ATC	Controle automático de trens
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CBTC	Controle de trens baseados em comunicação
CCO	Centro de Controle Operacional
CG	Carga Geral
CGC	Carga Geral Containerizada
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CTC	Controle de tráfego Centralizado
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
GL	Granel Líquido
GSA	Granel Sólido Agrícola
GSNA	Granel Sólido Não Agrícola

ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IR	Imposto de Renda
ISS	Instituto sobre Serviço
PIS	Programa de Integração Social
PNL	Plano Nacional de Logística
SAFF	Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário
TD	Taxa de Desconto
TIR	Taxa Interna de Retorno
TJLP	Taxa de Juros a Longo Prazo
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VPL	Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo proporcionar ao leitor um contato inicial sobre a importância dos transportes e da escolha correta da matriz de transporte, além da situação atual do Brasil nesse setor da economia. Ademais, objetiva contextualizar o estudo de caso, apresentar o problema atual e os objetivos do trabalho e, por último, apontar a estrutura do trabalho.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os transportes têm a função econômica básica de promover a integração entre sociedades que produzem bens diferentes entre si, através da elevação na disponibilidade de mercadorias ao permitirem o acesso a produtos que não estariam disponíveis para uma dada sociedade (MARTINS; CAIXETA FILHO, 1998). Segundo Stülp & Plá (1992, apud OLIVEIRA, 2006), o segmento de transporte é um dos que mais interfere na eficiência dos diversos setores da economia de um país. Com a globalização da economia, os transportes têm aumentado sua importância (CULLINANE et al., 2005).

Tendo em vista suas funções básicas e a sua importância, a decisão sobre qual modal de transporte deve ser privilegiado e obter investimentos é de caráter estratégico e indispensável no desenvolvimento de qualquer economia. Segundo Caixeta Filho e Martins (1998, p.72), “deve-se reconhecer que a escolha entre sistemas alternativos de transporte nacional afeta fundamentalmente e determina, em parte, a trilha do desenvolvimento da nação e sua estratégia de crescimento”. A infraestrutura de transporte impacta diretamente na competitividade de um país. De acordo com o Fórum Econômico Mundial – WEF, o Brasil está na posição 65º, entre 137 países, em qualidade de infraestrutura de transportes.

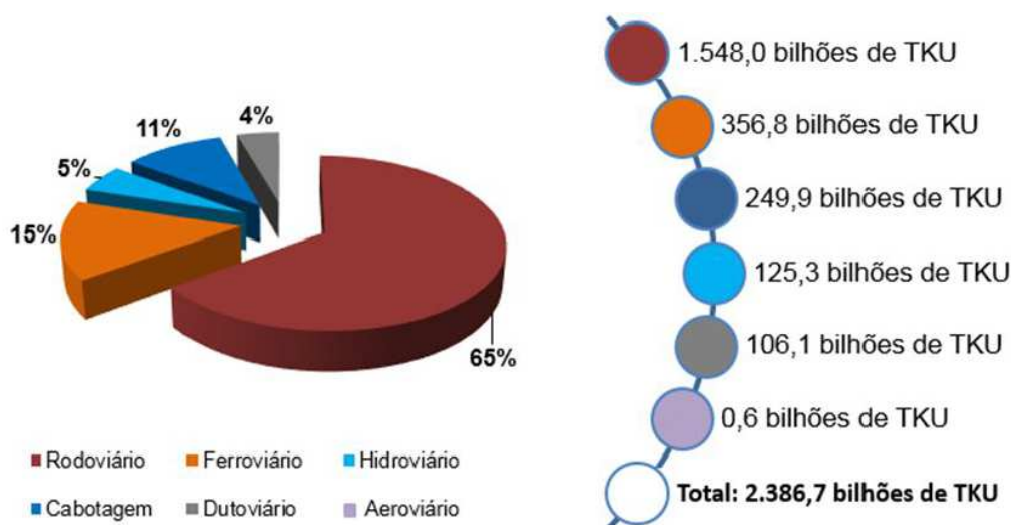


Figura 1 - Distribuição Modal 2015
Fonte: EPL (2018)

A matriz de transporte de cargas no Brasil é predominantemente rodoviária. Entretanto, o modo rodoviário deveria ser preferencialmente utilizado para transportar cargas de pequeno e de médio volume a pequenas distâncias, tendo em vista a agilidade e dinamicidade de seus componentes, assim como a gama de rotas alternativas propiciadas pelas rodovias. Em contrapartida, o modo ferroviário foi responsável por 15% da produção de transporte em 2015 e tem como característica o transporte de cargas pesadas em grandes distâncias, além disso, possui como principal vantagem a maior eficiência do modo em comparação ao transporte rodoviário. Em 2015, como apresentado na figura 1, 64,8% de toda a carga transportada no Brasil usou o sistema modal rodoviário. Além disso, 14,9% de toda a carga passou pelo modo ferroviário, 5,2% pelo hidroviário, 10,5% pela cabotagem, 4,4% pelo sistema Dutoviário e uma movimentação de apenas 0,2% por via aérea. (EPL, 2018)

Diante desse desequilíbrio entre os diferentes modos de transporte é fundamental um planejamento integrado que una os modos de alta capacidade com a capilaridade das rodovias, de forma a possibilitar maior eficiência para todo o sistema de transporte do país, promovendo assim alternativas para fortalecer a competitividade e promovendo um desenvolvimento mais sustentável.

O principal modo de transporte de alta capacidade utilizado por nações é o ferroviário e, nos séculos IX e XX, diversos países de primeiro mundo o escolheram. Um exemplo é a Alemanha que, segundo Fremling (1977), teve como consequências do investimento em ferrovias tanto o crescimento quanto a modernização da indústria alemã do aço e do setor de construção, sendo o setor ferroviário o que mais acumulou capital nesse país entre 1840 e 1880. Outro exemplo marcante é os Estados Unidos que, segundo Leland (1944), teve nas ferrovias a influência para o desenvolvimento econômico, tendo em vista que sua construção e manutenção estimularam os setores financeiros e industriais da economia. Além disso, Leland (1944) afirma que a ferrovia contribuiu diretamente para a geração de renda nacional através da prestação de serviços de transporte. No caso Americano, a solução adotada para combater a crise ferroviária foi a desregulamentação da atividade por meio do Staggers Rail Act, de 1980. Segundo a Association of American Railroads (2017), o Staggers Rail Act eliminou muitos dos regulamentos mais prejudiciais que impediam o serviço ferroviário de carga eficiente e econômico.

No Brasil, a implantação das ferrovias se deu no período de 1840 a 1889. Uma série de fatores econômicos forçou a ocorrência da migração para o modal Rodoviário e a priorização da indústria automobilística. Estudos da EPL mostram que atualmente o Brasil conta com 29 mil km de malha ferroviária, dos quais 7 mil km estão em plena operação, 13,5 mil subutilizados e 8,5 mil km não estão operacionais. De acordo com o relatório da Pesquisa Custos Logísticos no Brasil, realizado pela Fundação Dom Cabral (2015), com 142 empresas, 46% das empresas consideram a expansão da malha ferroviária como tendo prioridade máxima de importância para reduzir os custos logísticos.

Importante destacar que os trechos subutilizados e os não operacionais podem apresentar potencial de movimentação. Um exemplo dessa subutilização de potencial ferroviário é o trecho de acesso ao Porto de Paranaguá, pertencente à concessionária Rumo Malha Sul, que será utilizado como estudo de caso no presente trabalho.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO: PORTO PARANAGUÁ

1.2.1 Importância no cenário nacional

O Porto de Paranaguá, situado na cidade de mesmo nome no litoral do Paraná (fig.2), movimentou 43,3 milhões de toneladas em 2012, ocupando a terceira posição no ranking nacional dos portos públicos e sendo considerado o maior porto graneleiro da América Latina.

Atualmente, o porto dispõe de um cais público acostável com 2.816 metros de extensão, distribuído em 14 berços de atracação, que atendem entre 12 e 14 navios simultaneamente. Além do cais comercial, o Porto também conta com três píeres: o píer de inflamáveis, o píer de grânéis líquidos privativo da Cattalini e o píer arrendado à Fospar, para grânéis sólidos minerais. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2016)



Figura 2 – Localização do Porto de Paranaguá
Fonte: Google Earth (2015) e LabTrans/UFSC (2016)

De acordo com a base de dados de atracações da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), e considerando-se os navios que desatracaram em 2016, o Porto de Paranaguá movimentou nesse ano 45.060.516 toneladas de carga, sendo 29.415.331 toneladas de grânéis sólidos, 9.579.359 toneladas de carga geral e 6.065.826 toneladas de grânéis líquidos. Deve-se destacar a predominância dos grânéis sólidos, decorrente principalmente dos significativos volumes médios diários de soja (20.300 toneladas/dia), milho (20.298 toneladas/dia), farelo (16.848 toneladas/dia), açúcar a granel (17.962 toneladas/dia) e de adubo (9.361 toneladas/dia) movimentados no porto.

Comparativamente com 2015, a movimentação no porto cresceu à taxa média anual de 2,5%, sendo que a evolução mais significativa foi a dos graneis líquidos, de 38,20%. A figura 3 ilustra a movimentação no porto nos últimos dez anos, por natureza de carga.

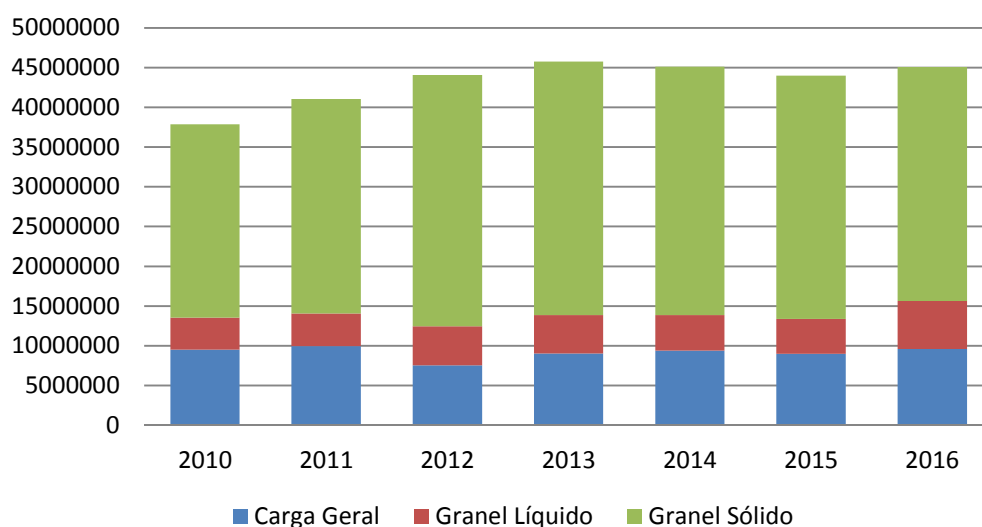


Figura 3 - Histórico de Movimentação APPA
Fonte: APPA, 2017

1.2.2 Acesso ferroviário e sua utilização

O acesso ferroviário do Porto de Paranaguá (fig. 4) é composto por uma malha de bitola métrica, concessionada pela empresa Rumo Logística. Essa empresa possui instalações localizadas dentro do porto e conta com uma ampla infraestrutura de pesagem, carregamento, descarregamento e formação das composições ferroviárias.



Figura 4 - Acesso Ferroviário ao entorno do Porto de Paranaguá
Fonte: Google Maps

Em 2015 foram movimentados no Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina, através da ferrovia, um total de 8,8 milhões de toneladas, sendo 90% no sentido exportação e 10% no sentido de importação. Nesse estudo, foi constatado que a participação do transporte ferroviário vem decrescendo nos últimos anos e que em 2015 foi verificada uma redução de 27% se comparado ao ano de 2010, quando a movimentação chegou a 12,2 milhões de toneladas. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2016)

Tomando como base a figura 5, é possível perceber que a participação percentual do modal ferroviário no sentido exportação (2015) é inferior 40% na maioria dos produtos estudados, excetuando-se o Açúcar a Granel, que escoia a maior parte da sua produção por esse modal de transporte (89%).

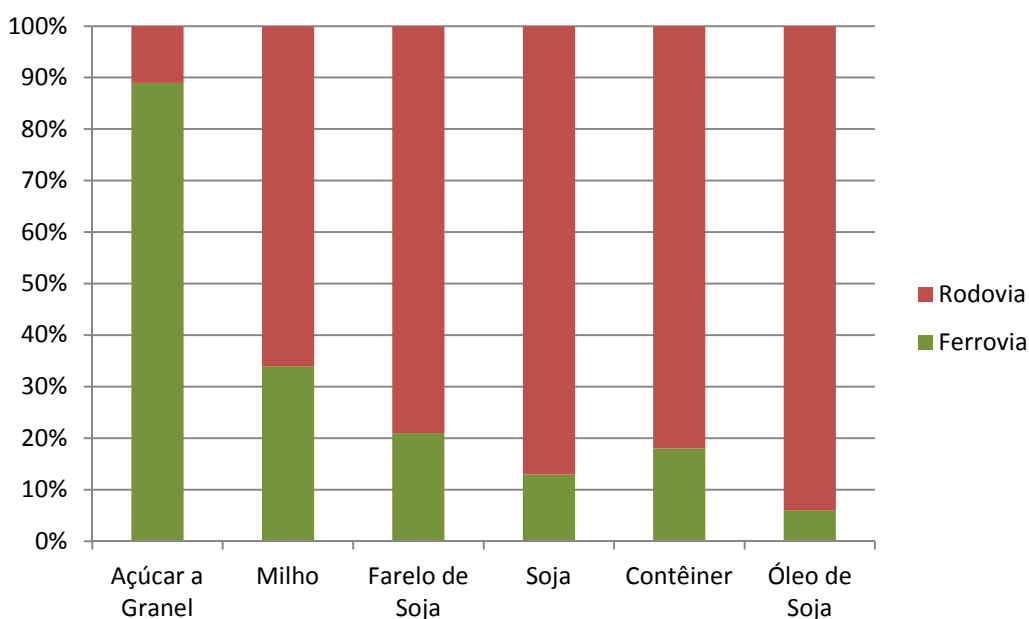


Figura 5 - Participação percentual do modal ferroviário por produto (2015)
Fonte: Labtrans/UFSC

Segundo dados do Ministério Dos Transportes, Portos E Aviação Civil (2016), a capacidade de movimentação da ferrovia que dá acesso ao Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina é de 13,4 milhões de toneladas por ano (12 milhões com destino ao Complexo e 1,4 milhão no seu sentido oposto). Já a capacidade anual de recebimento de cargas através de ferrovias, somando os diferentes terminais da Estação Dom Pedro II, é 39 milhões de toneladas. A figura 6 apresenta as capacidades em toneladas/ano, divididas por terminais. Diante dos valores expostos na figura 6 e no apêndice A, é possível perceber que os terminais possuem uma capacidade ociosa anual de 25,6 milhões de toneladas que poderiam utilizar rodovias.

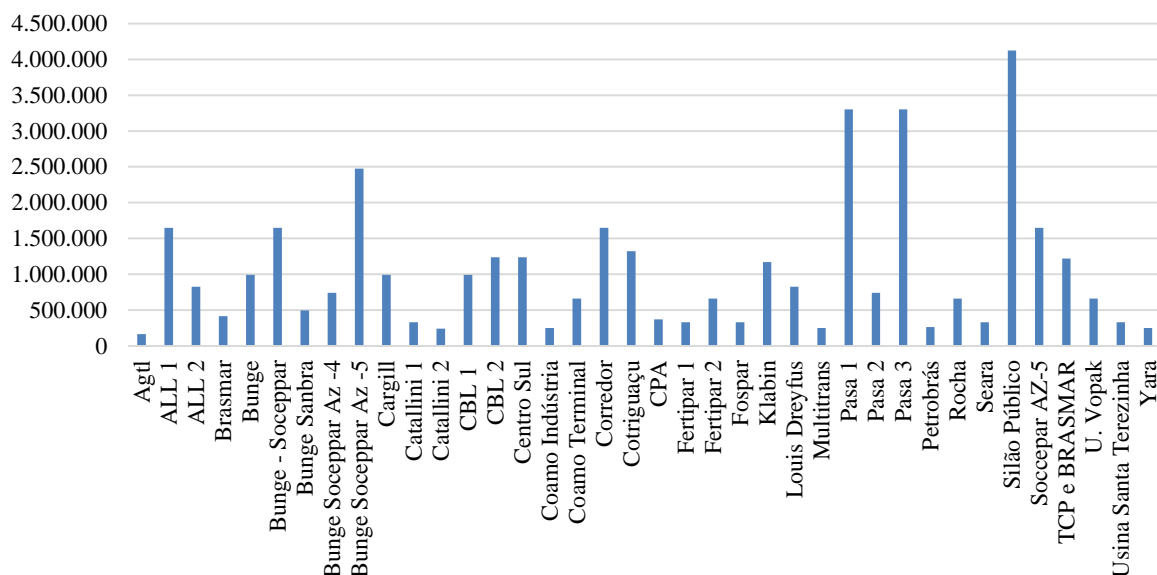


Figura 6 – Capacidade em TU/Ano dos terminais no porto Paranaguá
Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (2017)

1.3 PROBLEMA E OBJETIVOS

O problema atual a ser estudado neste trabalho consiste na subutilização do potencial ferroviário no escoamento de cargas para os portos brasileiros, e em particular o porto de Paranaguá.

O objetivo geral é, então, a análise a respeito da viabilidade financeira de um investimento para incrementar a capacidade e a segurança no transporte ferroviário de carga que acessa o porto de Paranaguá, comportando e abarcando assim um percentual de carga que inicialmente iria por rodovias.

Este trabalho avaliará qual o investimento mínimo no incremento de capacidade e segurança no transporte ferroviário de carga, no trecho que acessa o porto, deve ser realizado para impedir a saturação da via nos próximos 10 anos e para abarcar um percentual de carga que atualmente vai por rodovias.

Como pontos de atenção é necessário focar na capacidade de absorção de trens do porto de Paranaguá. No que tange o ponto focal da solução, buscou-se estudar o elo de menor capacidade da ferrovia que acessa este porto (gargalo) e analisar o aumento de capacidade do sistema ferroviário ao tentar solucionar a ocorrência destes gargalos.

O trabalho buscou avaliar as seguintes hipóteses de soluções ao problema: adicionar pátios de cruzamento de trens nas regiões que restringem a capacidade e, avaliar a capacidade e segurança de transporte do sistema de licenciamento de tráfego atualmente utilizado no trecho.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo descreve as considerações iniciais sobre a temática a ser desenvolvida, com as justificativas para a escolha do tema e a sua relevância. Além disso, expõe uma contextualização do cenário do problema. Apresentando o problema atual, os objetivos, a solução proposta a ser analisada e possíveis soluções ao problema.

O Capítulo 2 apresenta a revisão da bibliografia científica sobre os principais conceitos ferroviários e de viabilidade financeira utilizados na elaboração da metodologia e no estudo de caso. Por sua vez, o Capítulo 3 retrata a metodologia da pesquisa e a metodologia do estudo. O Capítulo 4 apresenta a aplicação da metodologia no estudo de caso, que é o porto Paranaguá. Por último, o Capítulo 5 relata as principais conclusões obtidas com a elaboração deste trabalho e elenca sugestões para futuras pesquisas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo ser um insumo teórico e conceitual, abrangendo conceitos fundamentais de ferrovias a viabilidade financeira, para estruturar cada uma das etapas metodológicas do capítulo seguinte.

2.1 FERROVIAS

2.1.1 Conceitos básicos

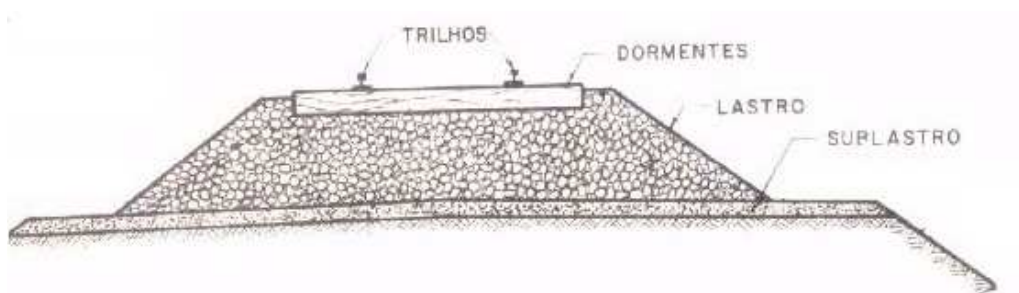


Figura 7 - Principais Elementos da Superestrutura da via
Fonte: Brina (1988)

A estrutura das estradas de ferro inclui as vias permanentes, onde os três elementos principais desse tipo de via são os trilhos, os dormentes e o lastro (Fig. 7). Os trilhos constituem o apoio e ao mesmo tempo a superfície de rolamento para veículos ferroviários.

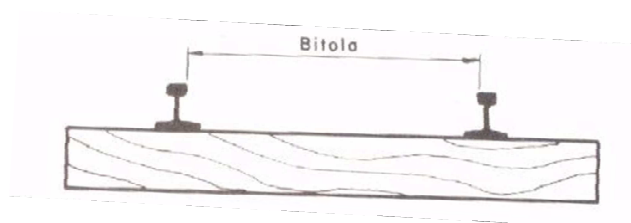


Figura 8 - Bitola
Fonte: Brina (1988)

Como mostrado na figura 8, a distância entre as faces internas das duas filas de trilhos, medida a 12 mm abaixo do plano de rodagem, é definida como Bitola. É imprescindível destacar que a Bitola é uma característica fundamental tanto do traçado como da exploração ferroviária (BRINA, 1988).

De acordo com Cury (2011):

“No Brasil, é possível encontrar quatro tipos diferentes de bitola: a bitola métrica, com largura de 1,000 m; a bitola larga, com largura de 1,600 m; a bitola internacional ou standard, com 1,435 m; e a bitola mista, que conjuga na mesma linha as bitolas métrica e larga. Na prática, as bitolas com medidas iguais ou acima de 1,435 m podem ser consideradas bitolas largas (*broad gauge*) e as bitolas com medidas em torno de 1,000 m são chamadas de bitolas estreitas (*narrow gauge*).”

O dormente é o elemento da superestrutura que tem por função receber e transmitir ao lado os esforços produzidos pelas cargas dos veículos, servindo de suporte dos trilhos, permitindo assim a sua fixação e mantendo invariável a bitola. Esse elemento pode ser constituído de três tipos de material: madeira, aço e concreto.

Por fim, o Lastro é o elemento situado entre os dormentes e o sublastro e tem como principais funções distribuir convenientemente sobre o sublastro os esforços resultantes das cargas dos veículos, formar um suporte atenuando as trepidações resultantes da passagem dos veículos, suprimir as irregularidades do sublastro, impedir o deslocamento do dormente e facilitar a drenagem da estrutura. Importante destacar que o sublastro é o elemento que tem como finalidades aumentar a capacidade de suporte da plataforma, evitar a penetração do lastro na plataforma, aumentar a resistência do leito à erosão e a penetração de água, e permitir relativa elasticidade ao apoio do lastro.

Para as denominações de sentido da via temos o sentido crescente e o decrescente. O sentido crescente é o sentido no qual a quilometragem vai aumentando, já o sentido decrescente é o sentido no qual a quilometragem vai diminuindo.

No que tange a segurança contra descarrilamento, a ANTT (2017) define os seguintes conceitos:

Raio mínimo de curva: Informa o raio mínimo de curva, em metros.

Rampa máxima (crescente): Informa a rampa máxima, em percentagem, no sentido crescente da quilometragem da linha.

Rampa máxima (decrescente): Informa a rampa máxima, em percentagem, no sentido decrescente da quilometragem da linha.

Além destes conceitos da estrutura ferroviária, é importante mencionar a capacidade, os pátios ferroviários e como é realizado o controle de tráfego deste sistema.

2.1.2 Capacidade

Devido à complexidade do sistema ferroviário, muitas definições de capacidade são utilizadas em diferentes estudos. Assim sendo, foram utilizadas as definições de capacidade apresentadas no documento “Definição de Termos” presente na Declaração de Rede elaborada pela ANTT (2017), levando em consideração que os dados utilizados no presente trabalho foram retirados dessa última base. Além disso, para possibilitar o cálculo de novas capacidades, foram utilizadas como complemento as definições e metodologias de cálculo apresentadas no livro “Estradas de Ferro”, escrito por Brina (1988). Definem-se assim alguns conceitos específicos de capacidade:

Capacidade de transporte: Capacidade de um modo de transporte é a expressão de sua potencialidade em atender a uma determinada demanda em um trecho específico do sistema no qual está inserido, dentro de um nível de serviço pré-estabelecido. Esta capacidade é expressa em unidades de transporte na unidade de tempo, “n” trens/dia ou “x” toneladas/ano, no caso da ferrovia;

Capacidade de um corredor ferroviário: capacidade de um corredor ferroviário é determinada pelas características da via permanente (bitola, rampas, curvas, distância entre os pátios de cruzamento, tamanho dos pátios de cruzamento, etc...), pelos sistemas de sinalização e licenciamento e pelas características do material rodante (locomotivas e vagões) utilizado.

Capacidade instalada por sentido da quilometragem (crescente/decrecente): também conhecida como Capacidade teórica de uma linha, informa a capacidade de transporte possível no trecho, expressa pela quantidade de trens que poderão circular, nos dois sentidos, em um período de vinte e quatro horas (nº de trens por dia).

Capacidade vinculada por sentido da quilometragem (crescente/decrecente): também conhecida como Capacidade Prática de uma Linha, informa a quantidade de trens que poderão circular no trecho, nos dois sentidos, em um período de vinte e quatro horas, definida em função da meta de produção pactuada entre a concessionária e a ANTT, incluindo a utilização de reserva técnica (nº de trens por dia).

Capacidade ociosa por sentido da quilometragem: calcula a capacidade de transporte definida pela diferença entre as capacidades instalada e vinculada informadas pelo usuário (nº de trens por dia).

2.1.2.1 Fórmula de Colson

Levando em consideração que os trens que percorrem uma linha tenham velocidades diferentes, os intervalos de percurso serão diferentes e a capacidade de tráfego teórica (C_t) poderá ser obtida de maneira aproximada pela fórmula de Colson.

Se o tempo em minutos de percurso na distância limitativa (entre dois pátios) na ida, trem ímpar (t_i), for diferente do tempo limitativo ao outro sentido (t_p), teremos:

$$C_t = 2 \times \frac{1.440 \text{ min}}{t_i + t_p} = \frac{2.880}{t_i + t_p} \text{ par de trem} \quad (1)$$

Para se tornar mais próxima da realidade, a expressão acima deverá ser completada levando em consideração o tempo perdido no licenciamento, bem como adotando um coeficiente que leve em conta os possíveis atrasos na circulação. Assim, a fórmula de Colson ficará:

$$C_t = \frac{2.880}{t_i + t_p + \theta} \times K \quad (2)$$

Em que θ corresponde à perda de tempo nos cruzamentos, podendo ser tomada como medida de segurança igual a 10 minutos, e K o coeficiente redutor, que varia de 0,6 a 0,8 conforme a eficiência de cada estrada de ferro.

A partir da fórmula de Colson, verifica-se que diminuindo as distâncias entre estações, ou melhorando o sistema de bloqueio, aumenta-se consideravelmente a capacidade de tráfego da ferrovia.

2.1.2.2 Capacidade de transporte da linha

Capacidade de transporte de uma linha corresponde ao número de toneladas úteis que essa linha poderá transportar em um ano. Se, do número de trens que podem circular em 24 horas forem deduzidos a quantidade de trens de passageiros, teremos o número de trens de carga que poderão circular nesse período de tempo (C'_t). A capacidade de transporte será:

$$C = 365 \times C'_t \times P_u \quad (3)$$

Onde P_u corresponde às toneladas úteis por trem de carga, em tração múltipla.

2.1.3 Pátios Ferroviários

Os Pátios Ferroviários são outro elemento importante do sistema ferroviário e podem ser divididos em pátios de cruzamento, pátios de triagem e pátios terminais. Pátios de Cruzamento são pátios destinados apenas ao cruzamento dos trens, são os pátios mais simples nos quais a única preocupação é ter desvio com comprimento suficiente para conter o trem de maior comprimento que circula no trecho. Pátios de Triagem são pátios caracterizados por entroncamento de duas ou mais linhas ou ramais da ferrovia e/ou pontos de quebra de tração, em virtude de mudança de perfil da linha. Por fim, pátios terminais são caracterizados pela maior movimentação de carregamento ou descarga de mercadorias, sendo sua posição não necessariamente em um ponto final de linha ou ramal (BRINA, 1988).

2.1.3.1 Elementos necessários ao projeto de pátios de cruzamento

Para o projeto e locação de pátios ferroviários, a utilização de desvios é necessária. Denomina-se comprimento útil (lu) de um desvio a parte onde poderão estacionar de maneira segura os veículos. O desvio é chamado de vivo quando há saída para os dois lados e morto quando só tem saída para um lado (BRINA, 1988). O comprimento total do pátio dotado de desvios paralelos é calculado, aplicando-se a equação 4.

$$L = 2(m + l + l') + lu \quad (4)$$

Onde m é a projeção das agulhas na direção horizontal, l é distância do talão da agulha à ponta do coração, l' é a distância da ponta do coração ao marco do desvio (ponto onde as linhas se tornam paralelas e distanciadas de um valor de segurança) e lu é o comprimento útil.

Importante destacar que agulhas são peças de aço, despontadas, de modo que suas extremidades na parte anterior se adaptem perfeitamente aos trilhos de encosto de acordo com a direção que deve tomar o veículo. Já coração é a parte principal do aparelho de mudança de via que o composto por uma ponta, por patas de lebre, pela garganta e pelo ângulo do coração.

2.1.4 Controle de tráfego e Sistema de sinalização

O objetivo básico do Controle de Tráfego Ferroviário é fazer o transporte de pessoas e cargas de sua origem até seu destino de maneira segura e eficiente (AREMA, 2009, apud NUNES, 2012). O controle do tráfego pode ser feito de duas maneiras: descentralizada ou centralizada.

Na operação descentralizada, os trens são controlados localmente por estações de intertravamento. Cada estação possui um operador que se comunica com os operadores das estações adjacentes. Na operação centralizada (CTC), a figura do operador de estação não mais é necessária, todas as máquinas de chave e sinais são remotamente operadas pelo despachador. (THEEG & VLASENKO, 2009, apud NUNES, 2012).

Na operação ferroviária, os sistemas de licenciamento e de sinalização são praticamente sinônimos. Assim sendo, é importante definir dois conceitos básicos desse sistema: licenciamento e licença. Licenciamento é o conjunto de normas utilizadas para que um determinado trem seja permitido percorrer um certo trecho. Licença é a autorização dada ao maquinista direta ou indiretamente para que o trem percorra um certo trecho (BRINA, 1988). Segundo Fenner (2007, apud NUNES, 2012), o papel da sinalização ferroviária é garantir o máximo de trens percorrendo a mesma estrutura dada e, simultaneamente, garantir que dois veículos não colidam, em outras palavras, cheguem ao mesmo local ao mesmo tempo.

Nas primeiras ferrovias existentes, não havia sistemas de sinalização quaisquer. O principal objetivo era fazer com que um trem saísse de sua origem e chegasse ao seu destino, sem causar acidentes (CAZELLI, 2012). Entretanto, nos dias atuais existem diversos tipos de licenciamento a intervalo de tempo, onde a segurança é garantida pela existência de uma distância mínima, superior à distância necessária para a frenagem, entre dois trens (BRINA, 1988). A tabela 1 apresenta os principais tipos desse licenciamento, assim como uma breve descrição dos mesmos.

Nome	Descrição
Licenciamento por ordem escrita	É feito com o auxílio de telefone ou telegrafo.
Licenciamento por <i>Staff</i> elétrico	Utiliza um conjunto de bastões de ferro encaixados em um aparelho com travamento elétrico (<i>staff</i>).
Controle automático de trens (ATC)	Permite a automação completa do tráfego ferroviário, dispensando a presença ou a ação do maquinista. Destina-se aos trechos de alta densidade de tráfego.
Controle de tráfego Centralizado (CTC)	A partir dele a movimentação dos trens em determinada seção da linha é dirigida por sinais controlados de um ponto determinado, sem que haja necessidade de licença escrita para trens.

Tabela 1 - Sistemas de Licenciamento
Fonte: Brina (1988)

Além dos sistemas mencionados anteriormente, a tendência atual entre muitos engenheiros ferroviários é o uso de sistemas de controle de trens baseados em comunicação (CBTC), que perseguem um melhor desempenho. Os sistemas CBTC contam com comunicações contínuas bidirecionais, controlando assim a posição, velocidade e outras funções do trem. Isso é possível através do intercâmbio de dados de controle e telemetria entre o trem e o equipamento à beira do caminho (AGUADO et al., 2005). Levando em conta que a comunicação é contínua, o tempo médio de licenciamento pode ser considerado 0. Um grande número de estudos tem investigado o impacto do sistema CBTC na capacidade da via.

Importante destacar que, segundo o Relatório Anual da Administração da MRS (2015), entre os ganhos com segurança operacional, o sistema CBTC possibilita a redução de até 90% no nível de ruído da comunicação estática por voz, e de até 80% da cobertura por rádios dos trechos com túneis e entre montanhas, além do aumento de cerca de 20% na confiabilidade de sistemas de sinalização e controle. O sistema CBTC viabiliza a operação remota em situações de emergência, através do Centro de Controle Operacional (CCO) de contingência, eliminando ocorrências como os avanços de sinais, aumentando a segurança da via.

2.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

Os benefícios que foram utilizados nos cálculos de avaliação econômica podem ser diretos ou indiretos. Os benefícios diretos são aqueles resultantes de investimentos que impliquem em uma comparação direta entre os custos de transporte ferroviário e rodoviário, para uma mesma demanda de transporte. Podem ser classificados em ambientais, acidentes e custos operacionais. Já os benefícios indiretos são aqueles resultantes do desenvolvimento social e econômico da região em face dos investimentos realizados.

Os benefícios diretos ambientais são o efeito do incremento de caminhões na poluição ambiental, se a opção de transporte for rodovia e não ferrovia. Os benefícios diretos relativos a acidentes são o efeito do aumento de acidentes, resultante do acréscimo de tráfego rodoviário, no caso do não aumento de capacidade ou segurança da via ferroviária. Por fim, os benefícios diretos de custos operacionais são o efeito comparativo entre os custos operacionais ferroviários e rodoviários.

No estudo foram considerados apenas a geração temporária de empregos, uma vez que durante a fase de construção do pátio de cruzamento ferroviário haverá um incremento da renda, proveniente dos empregos diretos e indiretos na obra, além dos relacionados ao efeito-renda, como benefício indireto. Em contrapartida aos benefícios, teremos os custos econômicos que são os investimentos, apresentados inicialmente a preços de mercado, convertidos em preços econômicos. As decisões sobre a viabilidade econômica de projetos de investimento resultam da estimativa e análise de indicadores de viabilidade (MATOS, 2002). Dentre esses indicadores podem-se destacar os definidos a seguir:

- Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é a soma de todas as receitas e despesas ocorridas no período de análise, cada uma delas descontada para o presente pela taxa de juros adotada (6% ao ano), conforme determinação da Valec para que este valor seja igual à Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES). Caso esse valor resulte maior do que de zero, significa que os benefícios auferidos durante o período de análise serão suficientes para cobrir todo os investimentos e as despesas operacionais.

De acordo com Noronha (1987), o VPL pode ser representado pela seguinte equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1+\rho)^t} \text{ e } t = 0,1,2,3 \dots n \quad (5)$$

onde L_t é o fluxo líquido do projeto no horizonte n ; ρ é a Taxa de Desconto (TD) relevante ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA); e t representa a variável tempo, medida em anos, ou, o horizonte de planejamento.

- Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR, em termos de cálculo, é a taxa de juros que anula o Valor Presente Líquido. Equivale a máxima taxa de juros que se pode pagar por um empréstimo para o empreendimento, e assegurar seu equilíbrio durante o período de projeto. Assim, se a TIR resultar acima das taxas de juros estipulada (6% a.a.), o empreendimento é atrativo. Em outras palavras: se a TIR for maior que a TMA correspondente à taxa de remuneração alternativa do capital, o projeto será viável do ponto de vista econômico.

Segundo Rezende e Oliveira (2001), a TIR pode ser definida como a taxa de desconto (I), real e não negativa, para a qual o VPL se torna nulo, ou seja:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1+I)^t} = 0 \quad (6)$$

Onde I é a taxa interna de retorno.

- Relação Benefício/Custo (B/C)

A relação benefício/custo é obtida pelo quociente entre o valor presente da sequência de receitas ou benefícios e o da sucessão de custos. Quando a razão B/C exceder a unidade, o valor presente do projeto, como anteriormente definido, é positivo. Portanto, considerando a taxa de custo de oportunidade dada ao projeto, este será economicamente interessante se apresentar uma razão superior a unidade, e tanto mais atrativo quanto maior for. Segundo Woiler e Mathias (1996), B/C pode ser encontrado por meio da equação 7:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+\rho)^t}{C_0 + \sum_{t=1}^n C_t / (1+\rho)^t} \quad (7)$$

onde B_t são os fluxos de entrada descontados, C_0 é o investimento inicial e C_t são os fluxos de saídas descontados.

- Período de Retorno (TRC)

O Período de Retorno ou *Pay Back* equivale ao período de tempo que anula o cálculo do VPL à taxa de juros adotada. O projeto será tanto mais rentável quanto menor for o período de retorno. No caso de projetos com prazo limitado, se o período de retorno for superior a este prazo, o investimento não se paga.

Ferreira Jr. e Baptista (2003) obtém o TRC, por meio da seguinte equação:

$$P = k, \text{ tal que } \sum_{t=0}^k [L_t / (1 + \rho)^t] \geq 0 \text{ e } \sum_{t=0}^{k-1} [L_t / (1 + \rho)^t] < 0$$

onde k é o horizonte em períodos.

- Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa possibilita a apuração do benefício líquido do Projeto, a partir da comparação dos valores anuais dos Benefícios (Receitas) e dos Investimentos, considerando os valores com respectivas datas das inversões. Em outras palavras, é um Instrumento de gestão financeira que projeta para períodos futuros todas as entradas e as saídas de recursos financeiros da empresa, indicando como será o saldo de caixa para o período projetado.

Visto que todos os conceitos necessários para a elaboração e entendimento do trabalho foram apresentados, será apresentado o passo a passo do estudo de caso e a metodologia utilizada na pesquisa.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo tem como principal objetivo explicar minuciosamente e detalhadamente toda a ação desenvolvida no método do presente trabalho.

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

No que se refere às escolhas metodológicas utilizadas, a presente pesquisa foi classificada quanto aos objetivos, quanto à natureza e quanto à escolha do objeto de estudo. No que se refere às técnicas de pesquisa, foram utilizadas as seguintes categorias para classificação: técnica de coleta de dados e técnica de análise de dados.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória e aplicada, tendo em vista a necessidade de entendimento e levantamento dos dados necessários a serem utilizados e aplicados objetivando a solução de problemas reais e concretos de um trecho da malha ferroviária de uma organização.

Segundo Gil (1991), o estudo de caso se fundamenta na ideia de que a análise de uma unidade de determinado universo possibilita a compreensão da generalidade do mesmo ou o estabelecimento de bases para uma investigação posterior, mais sistemática e precisa. Assim sendo, o estudo de caso visa proporcionar certa vivência da realidade, tendo por base a análise e a busca de solução de um determinado problema extraído da vida real e a discussão do mesmo.

3.2 METODOLOGIA DO ESTUDO

Objetivando facilitar e tornar dinâmico o entendimento, a presente metodologia de estudo foi dividida em três etapas principais, que incluem a análise da situação atual, os cenários de melhoria e a análise da viabilidade econômico financeira.

3.2.1 Análise do Cenário Atual

O cenário atual é analisado a fim de levantar as principais características do trecho estudado, bem como o período máximo que levará até a ocorrência da saturação do gargalo caso não sejam feitos investimentos em aumento de capacidade.

Primeiramente são levantadas características gerais do trecho estudado no estudo de caso, que faz parte da linha Paranaguá-Uvaranas, concessionado à empresa Rumo Logística, e possui uma extensão total de 168,1 km, abrangendo 26 pátios, do pátio Engenheiro Bley até o pátio Dom Pedro II.

Essas características gerais são: localização, concessionária, extensão, número de pátios, pátio inicial e final, bitola, tipo de dormente, sistema de sinalização. Além disso, apresenta as principais

características dos entre pátios, como por exemplo: a capacidade, o tempo médio de percurso e o tempo de licenciamento.

A partir desse levantamento, e focando nos valores de capacidade informada dos entre pátios no ano de 2017, é identificado o gargalo do sistema. Após a identificação do gargalo, é calculada a capacidade de transporte da linha no período de um ano (365 dias) e de um mês (28,30 ou 31 dias). Para este último cálculo não foi deduzida a quantidade de trens de passageiros, tendo em vista que apenas uma empresa presta esse serviço no trecho estudado e que o subtrecho percorrido (Curitiba – Morretes) possui uma capacidade muito superior à do subtrecho com gargalo. Para o cálculo das toneladas úteis por trem de carga foram utilizados os dados de trem tipo disponibilizados na declaração de rede, onde um par de trem possui em média 5.400 Toneladas (TU).

Em seguida, são levantados os valores da matriz O/D da Malha Rumo Sul, filtrando no primeiro momento o Pátio D Pedro II como origem e no segundo momento o Pátio D Pedro II como destino. Tomando como base esses dados são listadas todas as cargas que passam em ambos os sentidos e classificadas nos cinco grupos de carga (tabela 2), sendo esses grupos: Granel Sólido Agrícola (GSA), Granel Sólido Não Agrícola (GSNA), Granel Líquido (GL), Carga Geral (CG) e Carga Geral Containerizada (CGC).

Sigla	Nome	Descrição	Tarifa Média (R\$/un.)	Um. Tarifaria
GSA	Granel Sólido Agrícola	Açúcar, Grãos (Milho, trigo, arroz), Soja, Farelo de Soja, Outros.	35,74	R\$/ton
GSNA	Granel Sólido Não Agrícola	Adubo Orgânico Acondicionado, Cloreto de Potássio, Adubos e fertilizantes em geral (a granel - perigoso), Fosfato, Ureia, Amônia, Calcário Corretivo, Gesso, Outros Adubos e Fertilizantes.	28,79	R\$/ton
GL	Granel Líquido	Óleo Vegetal, Óleo Diesel, Gasolina, Álcool, Óleo Cru e Outros Combustíveis e Derivados (perigoso).	36,22	R\$/ton
CG	Carga Geral	Papel, Veículos, Toras de Madeira, Produtos Siderúrgicos (Vergalhões), Outros (Extração Vegetal e Celulose, Produtos Siderúrgicos)	42,44	R\$/ton
CGC	Carga Geral Containerizada	Contêiner Vazio (40 e 20 Pés) e Contêiner Cheio (40 e 20 Pés).	297,66	R\$/con

Tabela 2 – Grupos de Carga e Tarifa Média
Fonte: ANTT

Os Granéis Sólidos Agrícolas são produtos sólidos homogêneos não unitizados de procedência agrícola, já Granéis Sólidos Não Agrícolas, são produtos sólidos homogêneos não unitizados de procedência mineral ou sintética, como carvão e fertilizantes. Granéis Líquidos são graneis em estado líquido, de diversas origens. Carga geral são cargas unitizadas, normalmente embaladas e que podem ser heterogêneas. Carga Containerizada são cargas gerais condicionadas em containers, o que facilita o

transporte e manuseio. A partir dessa classificação é possível obter uma média da tarifa de cada tipo de carga, chegando aos valores descritos na tabela 3.

O passo seguinte é agrupar esses valores por ano, tipo de carga e sentido. Esses valores são multiplicados pelos respectivos percentuais de crescimento para a elaboração da previsão de demanda de 2018 a 2037. O percentual de crescimento utilizado para cálculo de previsão de demanda foi retirado do Plano Nacional de Logística (PNL), elaborado pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL), sendo 1,80% para a Carga Geral (CG), 3,10% para o Granel Sólido Não Agrícola (GSNA), 5,40% para o Granel Sólido Agrícola (GSA) e 1,40% para Granel Líquido (GL). Sendo o percentual de crescimento da CG utilizado tanto para CG quanto para CGC nas análises do presente trabalho.

Com a previsão de demanda e a capacidade de transporte da linha no período de um ano (365 dias) e de um mês (28,30 ou 31 dias) é possível calcular o percentual de utilização do sistema em cada ano e quando o trecho em estudo estará saturado, ou seja, esse percentual ultrapassará 100%. No presente trabalho, não foi utilizado o ano todo como base para cálculo do percentual de utilização, mas sim o mês em que o sistema é mais utilizado. Para a definição desse mês, foi verificado qual mês do ano de 2017 possuiu maior fluxo de carga. Assim, sendo o mês escolhido foi Julho. Além disso, foram considerados apenas os valores no sentido decrescente (80,32% do total movimentando no sistema) e no mês de maior fluxo de carga. Isto possibilita concluir que os resultados obtidos neste trabalho serão conservadores.

3.2.2 Cenários de melhoria

Após obter a situação atual do sistema é necessário levantar possíveis soluções para os problemas de capacidade encontrados. No caso da solução ser a implantação de um novo pátio, novos critérios são utilizados para a escolha da localização de um novo pátio dentro do gargalo identificado. Um exemplo de critério utilizado é a geografia da região percorrida no local do novo pátio. Além disso, a solução pode ser obtida através da identificação e análise das possibilidades de melhoria no sistema de sinalização.

Cada possível solução será um cenário e para cada cenário será recalculada a capacidade de transporte da linha, tendo em vista que o valor de capacidade do gargalo será modificado. Importante destacar que a capacidade utilizada para cálculo da capacidade de transporte de linha vai depender se o entre pátio gargalo sofreu ou não algum tipo de investimento. Caso não tenha havido mudança na capacidade da linha, a capacidade da linha utilizada é a informada pelas empresas na declaração de rede. Porém, caso tenha mudança, será utilizada a capacidade calculada pela fórmula de Colson. Consequentemente o percentual de utilização do trecho estudado e o ano de saturação da via para cada cenário também podem ser diferentes.

Além desses valores, foi calculado o percentual de utilização da capacidade de cada entre pátio estudado no período considerado, para criar mais insumos na escolha do melhor cenário. Esse percentual dividindo a capacidade do trecho pela capacidade de cada entre pátio.

3.2.3 Viabilidade Financeira

Por fim, esta etapa consiste na análise de viabilidade financeira. Constitui-se inicialmente da elaboração dos dados necessários para possibilitar a análise, em seguida do levantamento dos benefícios e custos envolvidos nos diferentes cenários, e, por fim conclui com a elaboração dos fluxos de caixa e com o cálculo do VPL, B/C, TIR e TRC.

O primeiro passo é definir a previsão de demanda que seria utilizada em cada cenário. O maior diferencial entre as demandas dos cenários é o momento onde o sistema fica saturado, em outras palavras, o momento no qual o crescimento se iguala a capacidade do sistema. Os dados utilizados são os mesmos obtidos na etapa anterior.

Para a previsão da receita utilizam-se as tarifas calculadas por tipo de carga, presentes na tabela 3. Dessa forma, a receita é inicialmente obtida por tipo de carga e depois se obtém o valor total através da soma das receitas para cada carga.

O passo seguinte consiste no levantamento de custos, que foi dividido em custos de pessoal, administrativo, de operação e manutenção, além dos custos de investimento. Tomou-se como base os valores de outros projetos de viabilidade econômico financeira para ferrovias e o CAPEX desses projetos. Ademais, são consideradas as tributações sobre a receita que incluem ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), 12%, PIS (Programa de Integração Social), 1,65%, e o COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social), 7,60%, e, as tributações sobre o lucro que incluem o IR (Imposto de Renda), 15% e 10% Adicional a cada 240 mil de reais no lucro, e o ISS (Instituto Sobre Serviços), 9%.

Tomando como base esses valores, foi calculado o fluxo de caixa e os indicadores de viabilidade privados. Eles são: TIR e VPL do projeto. A TIR do projeto é 10,8%. Importante destacar que esses passos foram repetidos para os três cenários e comparados entre si.

3.2.4 Escolha do melhor cenário

Por fim, a última etapa consiste em uma consolidação das etapas anteriores. Nela utilizam-se os indicadores e informações já obtidos nas etapas anteriores como critérios complementares de escolha de qual o melhor cenário de investimento em melhoria de capacidade e segurança do trecho.

4 ESTUDO DE CASO: ACESSO FERROVIÁRIO AO PORTO DE PARANAGUÁ

Este capítulo tem como objetivo aplicar a metodologia do capítulo anterior no trecho ferroviário estudado.

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

4.1.1 Características gerais

O trecho ferroviário analisado no presente trabalho está localizado no Paraná, estado da região Sul do Brasil. Este trecho é, conforme já mencionado, concessionado à empresa Rumo Logística, e faz parte da linha Paranaguá-Uvaranas, com uma extensão total de 168,1 km. Abrangendo 26 pátios, do pátio Engenheiro Bley até o pátio Dom Pedro II. Desses 26 pátios, 24 encontram-se em operação. No que tange a via permanente do trecho, é importante destacar que a bitola presente é métrica e a dormente de madeira. A Figura 9 apresenta o mapa com a localização geográfica da linha e dos pátios estudados.



Figura 9 – Trecho Ferroviário e pátios estudados

Fonte: ANTT (2018)

Deve-se mencionar que o sistema de sinalização utilizado em todos os entre pátios é o controle de tráfego Centralizado (CTC), e que o controle de circulação, com exceção de dois entre pátios, é o Centro de Controle Operacional (CCO). A tabela 4 apresenta as principais características referentes aos entre pátios estudados utilizadas no cálculo das capacidades, além da capacidade informada pela empresa.

Pátio A	Pátio B	Tempo Médio Percorso Crescente	Tempo Médio Percorso Decrescente	Tempo Médio Licenciamento	Coefficiente Redutor (K)	Capacidade Calculada	Capacidade Informada Crescente	Capacidade Informada Decrescente
D Pedro II	km 5	20	19	5,24	0,7178	23,36	20,48	21,32
km 5	Alexandra	32,7	35,47	5,24	0,7178	14,08	13,62	12,69
Alexandra	Saquarema	24	23,15	5,24	0,7178	19,73	17,67	18,21
Saquarema	Morretes	60,95	62,19	5,24	0,7178	8,05	7,81	7,66
Morretes	Eng. Roberto Costa	12,65	6,03	5,24	0,7178	43,21	28,88	45,85
Eng. Roberto Costa	Porto de Cima	15,34	17,28	5,24	0,7178	27,30	25,11	22,95
Porto de Cima	Eng. Lange	12,97	14,78	5,24	0,7178	31,33	28,38	25,81
Eng. Lange	Marumby	10,02	10,62	5,24	0,7178	39,94	33,87	32,59
Marumby	Véu de Noiva	23,38	26,08	5,24	0,7178	18,90	18,06	16,50
Véu de Noiva	Est km 70	6,48	7,33	5,24	0,7178	54,26	44,11	41,13
Est km 70	Banhado	9,05	9,78	5,24	0,7178	42,94	36,16	34,41
Banhado	Roca Nova	19,41	18,4	5,24	0,7178	24,01	20,96	21,86
Roca Nova	Piraquara	14,73	13,76	5,24	0,7178	30,64	25,88	27,19
Piraquara	Eng. Coral	9,53	7,11	5,24	0,7178	47,24	34,99	41,85
Eng. Coral	Pinhais	22,01	21,82	5,24	0,7178	21,06	18,96	19,10
Pinhais	Posto km 103,490	12,71	11,91	5,24	0,7178	34,62	28,80	30,13
Posto km 103,490	km 108	12,71	11,91	5,24	0,7178	34,62	28,80	30,13
km 108	Iguaçu	14,35	13,74	5,24	0,7178	31,01	26,38	27,22
Iguaçu	km 124	18,46	19,31	5,89	0,7178	23,67	21,22	20,51
km 124	Araucária Terminal	10,08	8,98	5,89	0,7178	41,43	32,35	34,76
Araucária Terminal	Araucária Carga	9,42	12,1	5,89	0,7178	37,71	33,76	28,72
Araucária Carga	Posto km 141	16,83	15,93	5,89	0,7178	26,74	22,75	23,68
Posto km 141	General Lucio	20,47	20,87	5,89	0,7178	21,89	19,60	19,31
General Lucio	Balsa Nova	11,95	11,21	5,89	0,7178	35,58	28,97	30,22
Balsa Nova	Eng. Bley	17,74	19,82	5,89	0,7178	23,79	21,87	20,10

Tabela 4 – Características básicas do entre pátios estudados
Fonte: ANTT (2018)

As mercadorias que têm como origem e como destino o pátio terminal D. Pedro II, no porto Paranaguá, são: Açúcar, Adubo e Fertilizantes perigosos em Geral a Granel, Adubo Orgânico a Granel, Adubo Orgânico acondicionado, Álcool, Amônia, Calcário Corretivo, Cloreto de Potássio, Contêiner Cheio de 20 Pés, Contêiner Cheio de 40 Pés, Contêiner Vazio de 20 Pés, Contêiner Vazio de 40 Pés, Farelo de Soja, Fosfato, Gasolina, Gesso, Grãos (arroz, milho, trigo), Óleo Cru, Óleo Diesel, Óleo Vegetal, Carga Geral Não Containerizada, Outros tipos de adubos e Fertilizantes

Perigosos, Outros - adubos e Fertilizantes, Outros Combustíveis e derivados perigosos, Outros produtos de extração Vegetal e Celulose, Outros produtos de Produção agrícola, Papel, Produtos Siderúrgicos, Vergalhões, Soja, Toras de Madeira, Ureia e Veículos.

Utilizando os dados de 2017 da matriz O/D na declaração de rede, constatou-se que 90,89% dos produtos cujo destino é o Porto Paranaguá são GSA. Quando a origem é o Porto, a situação muda, e 56,42% da carga é Carga Geral Containerizada (CGC).

4.1.2 Capacidade de Transporte da Linha e Previsão de Demanda

Antes de calcular a capacidade de transporte da linha é necessário identificar o gargalo no sistema. Com base nos dados apresentados na tabela 4, o entre pátio identificado como gargalo é do pátio Saquarema até o pátio Morretes, com maior extensão e menor capacidade. A extensão é de 16,767 km e a capacidade informada em 2018 de 7,81 trens no sentido crescente e 7,66 trens no decrescente. A ANTT (2017) considera para fins de análise a capacidade calculada pela fórmula de Colson, que no caso é 8,05 pares de trem.

Importante destacar que a baixa capacidade do entre pátio não está diretamente ligada à geografia do trecho, tendo em vista que outros entre pátios com maiores rampas máximas e menores raios mínimos apresentam maior capacidade. Levando essas informações em consideração, foi calculada a capacidade de transporte do mês de julho no sentido decrescente, utilizando a capacidade do gargalo, 7,66 pares de trem. Obteve-se assim uma capacidade mensal de transporte de linha no valor de 1.282.284 de toneladas.

Para o cálculo da previsão de demanda é necessário inicialmente definir por meio da Matriz O/D os valores do ano de 2017, como apresenta o apêndice B e as figuras 10 e 11.

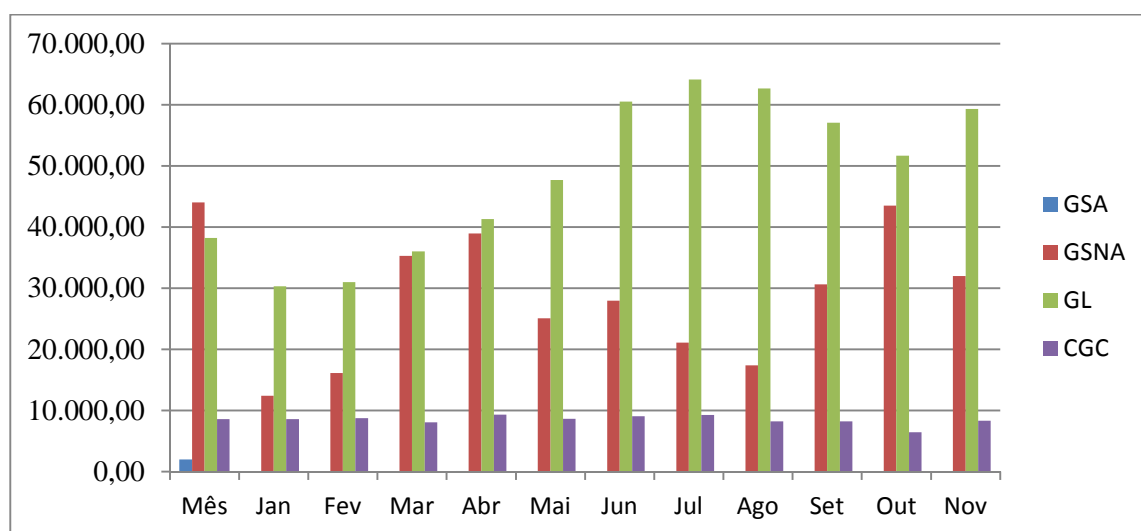


Figura 10 - Demanda mensal cuja origem é o Porto de Paranaguá
Fonte: ANTT (2018)

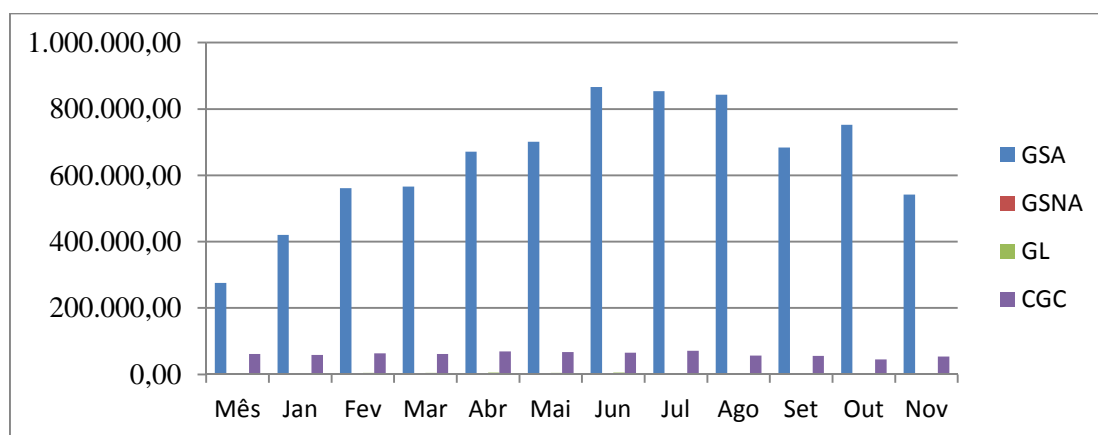


Figura 11 - Demanda mensal cujo destino é o Porto de Paranaguá
Fonte: ANTT (2018)

A partir dos valores apresentados nas figuras 10 e 11, foi multiplicado o percentual de crescimento para cada tipo de carga e filtrou-se o mês de Julho. Comparando esses valores com a capacidade de transporte de linha calculada, verificou-se que, caso não ocorra investimentos em aumento de capacidade, em sete anos (ano de 2023) o trecho ferroviário atingira a saturação, como mostra a tabela 3, que abrange um intervalo de 30 anos.

Mês de Julho			
Ano	Utilizado	Capacidade (TU)	%
07/2017	937.064,00	1.282.284,00	73,1%
07/2018	985.081,91	1.282.284,00	76,8%
07/2019	1.035.647,18	1.282.284,00	80,8%
07/2020	1.088.896,55	1.282.284,00	84,9%
07/2021	1.144.974,16	1.282.284,00	89,3%
07/2022	1.204.031,89	1.282.284,00	93,9%
07/2023	1.266.229,80	1.282.284,00	98,7%
07/2024	1.331.736,60	1.282.284,00	103,9%
07/2025	1.400.730,10	1.282.284,00	109,2%
07/2026	1.473.397,67	1.282.284,00	114,9%
07/2027	1.549.936,80	1.282.284,00	120,9%
07/2028	1.630.555,62	1.282.284,00	127,2%
07/2029	1.715.473,48	1.282.284,00	133,8%
07/2030	1.804.921,58	1.282.284,00	140,8%
07/2031	1.899.143,56	1.282.284,00	148,1%
07/2032	1.998.396,22	1.282.284,00	155,8%
07/2033	2.102.950,19	1.282.284,00	164,0%
07/2034	2.213.090,71	1.282.284,00	172,6%
07/2035	2.329.118,40	1.282.284,00	181,6%
07/2036	2.451.350,10	1.282.284,00	191,2%
07/2037	2.580.119,73	1.282.284,00	201,2%

Tabela 3 – Percentual de utilização da via no decorrer de 30 anos
Fonte: ANTT (2018)

4.2 PROPOSTA DE CENÁRIOS DE MELHORIA

Levando em consideração a iminente saturação do trecho estudado, e com o objetivo de facilitar as comparações realizadas, as possibilidades de investimento em aumento de capacidade e segurança foram divididas em três cenários.

O primeiro cenário consiste na implementação de um novo pátio de cruzamento no entre pátio identificado como gargalo na situação atual. O segundo cenário propõe a mudança do sistema de sinalização para Controle de trens baseados em comunicação (CBTC), com isso deve-se aumentar, como mencionado anteriormente, em de cerca de 20% a confiabilidade de sistemas de sinalização e controle. Por fim, o último cenário consiste aplicação das duas mudanças, o novo pátio e a mudança no sistema de sinalização.

Para os cenários 1 e 3, a escolha da localização do novo pátio é de suma importância e influencia no cálculo da nova capacidade. Na escolha dessa localização a regra básica é colocar os pátios a distâncias o mais iguais possível, ou a distâncias que impliquem igual tempo de percurso. Se em um trecho de linha existe um subtrecho de maior rampa, que obrigue a redução de velocidade dos trens, neste subtrecho os pátios devem ser colocados a menor distância, para que o tempo de percurso não fique superior ao dos outros subtrechos (BRINA,1988).

Assim sendo e, tendo em vista que o subtrecho localizado no meio do entre pátio definido como gargalo não se encontra em área de maior rampa, definiu-se no quilometro 32,3725 a localização do novo pátio de cruzamento. O entre pátio Saquarema – Morretes foi dividido em dois entre pátios menores, ambos com 8,38 km de extensão.

Nos cenários 2 e 3, onde há a mudança de sistema de sinalização, é importante considerar que além da quantidade de pátios e do tempo entre eles, outro fator que influencia na capacidade da ferrovia é o sistema de sinalização. De acordo com o sistema utilizado, o tempo de licenciamento médio, uma das variáveis da equação de Colson para cálculo de capacidade, pode variar consideravelmente.

Atualmente o trecho estudado utiliza o sistema CTC, cujos tempos médios de licenciamento variam entre 5,24 minutos e 5,89 minutos. Com a mudança para o sistema CBTC, o esse tempo é reduzido a 0 minutos.

4.2.1 Cálculo de Capacidade Transporte de Linha

Para calcular a capacidade de transporte de linha de cada cenário será necessário calcular as novas capacidades dos entre pátios e identificar o novo gargalo do trecho em cada situação. A tabela 4 apresenta os novos valores de capacidade, em pares de trem, no sentido decrescente nos cenário 1, 2 e 3.

	Cenário Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	Capacidade			
D Pedro II - km 5	21,32	21,32	26,50	26,50
km 5 - Alexandra	12,69	12,69	15,16	15,16
Alexandra - Saquarema	18,21	18,21	21,92	21,92
Saquarema - Novo Pátio	7,66	15,47	8,39	16,79
Novo Pátio - Morretes		15,47		16,79
Morretes - Eng. Roberto Costa	45,85	45,85	55,33	55,33
Eng. Roberto Costa - Porto de Cima	22,95	22,95	31,69	31,69
Porto de Cima - Eng. Lange	25,81	25,81	37,25	37,25
Eng. Lange - Marumby	32,59	32,59	50,08	50,08
Marumby - Véu de Noiva	16,50	16,50	20,90	20,90
Véu de Noiva - Est km 70	41,13	41,13	74,85	74,85
Est km 70 - Banhado	34,41	34,41	54,89	54,89
Banhado - Roca Nova	21,86	21,86	27,34	27,34
Roca Nova - Piraquara	27,19	27,19	36,28	36,28
Piraquara - Eng. Coral	41,85	41,85	62,12	62,12
Eng. Coral - Pinhais	19,10	19,10	23,58	23,58
Pinhais - Posto km 103,490	30,13	30,13	41,98	41,98
Posto km 103,490 - km 108	30,13	30,13	41,98	41,98
km 108 - Iguaçu	27,22	27,22	36,80	36,80
Iguaçu - km 124	20,51	20,51	27,37	27,37
km 124 - Araucária Terminal	34,76	34,76	54,23	54,23
Araucária Terminal - Araucária Carga	28,72	28,72	48,03	48,03
Araucária Carga - Posto km 141	23,68	23,68	31,55	31,55
Posto km 141 - General Lucio	19,31	19,31	25,00	25,00
General Lucio - Balsa Nova	30,22	30,22	44,63	44,63
Balsa Nova - Eng. Bley	20,10	20,10	27,52	27,52

Tabela 4 – Capacidade dos entre pátios
Fonte: ANTT (2018)

Para o cálculo da capacidade, em toneladas/ano, do trecho, foi utilizada a capacidade do entre pátio referente ao gargalo de cada cenário. Assim sendo, e levando em consideração apenas o sentido decrescente, no Cenário Atual, ela corresponde à capacidade informada pela empresa, 7,66 pares de trem. No cenário 1, ela também corresponde à capacidade informada pela empresa, 12,69 pares de trem, tendo em vista que o investimento nesse cenário só altera a capacidade dos entre pátios onde foi realizado e transfere o gargalo para outro entre pátio, Pátio Km 5 até o Pátio Alexandra. No cenário 2, a capacidade utilizada foi a calculada, 8,39 pares de trem, pois o investimento realizado influenciou todos os entre pátios de maneira igual, mantendo assim o gargalo no mesmo entre pátio. Por fim, no cenário, a capacidade calculada foi de 15,16 pares de trens, levando em consideração que o investimento realizado altera a capacidade de todos os entre pátios.

De maneira geral é possível notar que no Cenário 1 ocorreu um aumento de 65,7% em comparação à capacidade do mesmo trecho na situação atual. No Cenário 2, o aumento foi de apenas 9,5% comparado com o cenário base. Por fim, no cenário 3, o aumento chega a 97,9% em comparação com a situação atual.

A partir desses valores, foram calculadas a capacidade mensal de transporte de linha (31 dias) e a capacidade anual de transporte de linha, em toneladas, para cada cenário (tabela 5).

Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
Capacidade de Transporte Mensal da Linha	Capacidade de Transporte Anual da Linha	Capacidade de Transporte Mensal da Linha	Capacidade de Transporte Anual da Linha	Capacidade de Transporte Mensal da Linha	Capacidade de Transporte Anual da Linha
2.124.306,00	25.011.990,00	1.405.148,59	16.544.491,41	2.538.213,24	29.885.413,99

Tabela 5 - Capacidade de Transporte da linha
Fonte: ANTT (2018)

4.2.2 Percentual de Utilização do Sistema e Ano de Saturação

A partir desses valores e com a previsão de demanda calculada na situação atual, foi possível verificar no período de 30 anos o percentual de utilização em cada cenário e quando cada um atinge a saturação da via, como apresentado na tabela 6.

		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
Ano	Utilizado	Capacidade	%	Capacidade	%	Capacidade	%
07/2017	937.064,00	2.124.306,00	44,1%	1.405.148,59	66,7%	2.538.213,24	36,9%
07/2018	985.081,91	2.124.306,00	46,4%	1.405.148,59	70,1%	2.538.213,24	38,8%
07/2019	1.035.647,18	2.124.306,00	48,8%	1.405.148,59	73,7%	2.538.213,24	40,8%
07/2020	1.088.896,55	2.124.306,00	51,3%	1.405.148,59	77,5%	2.538.213,24	42,9%
07/2021	1.144.974,16	2.124.306,00	53,9%	1.405.148,59	81,5%	2.538.213,24	45,1%
07/2022	1.204.031,89	2.124.306,00	56,7%	1.405.148,59	85,7%	2.538.213,24	47,4%
07/2023	1.266.229,80	2.124.306,00	59,6%	1.405.148,59	90,1%	2.538.213,24	49,9%
07/2024	1.331.736,60	2.124.306,00	62,7%	1.405.148,59	94,8%	2.538.213,24	52,5%
07/2025	1.400.730,10	2.124.306,00	65,9%	1.405.148,59	99,7%	2.538.213,24	55,2%
07/2026	1.473.397,67	2.124.306,00	69,4%	1.405.148,59	104,9%	2.538.213,24	58,0%
07/2027	1.549.936,80	2.124.306,00	73,0%	1.405.148,59	110,3%	2.538.213,24	61,1%
07/2028	1.630.555,62	2.124.306,00	76,8%	1.405.148,59	116,0%	2.538.213,24	64,2%
07/2029	1.715.473,48	2.124.306,00	80,8%	1.405.148,59	122,1%	2.538.213,24	67,6%
07/2030	1.804.921,58	2.124.306,00	85,0%	1.405.148,59	128,5%	2.538.213,24	71,1%
07/2031	1.899.143,56	2.124.306,00	89,4%	1.405.148,59	135,2%	2.538.213,24	74,8%
07/2032	1.998.396,22	2.124.306,00	94,1%	1.405.148,59	142,2%	2.538.213,24	78,7%
07/2033	2.102.950,19	2.124.306,00	99,0%	1.405.148,59	149,7%	2.538.213,24	82,9%
07/2034	2.213.090,71	2.124.306,00	104,2%	1.405.148,59	157,5%	2.538.213,24	87,2%
07/2035	2.329.118,40	2.124.306,00	109,6%	1.405.148,59	165,8%	2.538.213,24	91,8%
07/2036	2.451.350,10	2.124.306,00	115,4%	1.405.148,59	174,5%	2.538.213,24	96,6%
07/2037	2.580.119,73	2.124.306,00	121,5%	1.405.148,59	183,6%	2.538.213,24	101,7%

Tabela 6 – Percentual de utilização em cada cenário
Fonte: ANTT (2018)

Observa-se que o cenário 3 é o que demora mais a atingir a saturação, apenas no ano de 2037. Já o cenário 2 é o que atinge primeiro, apenas dois anos depois da situação atual, em 2026. O cenário 1 atinge a saturação em 2034, 3 anos antes do cenário 3. Esses valores influenciarão diretamente as análises de viabilidade do investimento a ser realizado.

No que tange ao percentual de utilização da capacidade de cada entre pátio estudado, foi possível encontrar os valores da tabela 7. É possível verificar que a média de utilização do cenário atual é de 34,0%, do cenário 1 é de 54,2%, cenário 2 é de 28,5% e, finalmente, do cenário 3 é 49,5%.

	Cenário Atual		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Capacidade	%Utilização	Capacidade	%Utilização	Capacidade	%Utilização	Capacidade	%Utilização
D Pedro II - km 5	21,32	35,9%	21,32	60%	26,50	31,7%	26,50	57,2%
km 5 - Alexandra	12,69	60,4%	12,69	100%	15,16	55,4%	15,16	100,0%
Alexandra - Saquarema	18,21	42,1%	18,21	70%	21,92	38,3%	21,92	69,2%
Saquarema - Novo Pátio	7,66	100,0%	15,47	82%	8,39	100,0%	16,79	90,3%
Novo Pátio - Morretes			15,47	82%			16,79	90,3%
Morretes - Eng. Roberto Costa	45,85	16,7%	45,85	28%	55,33	15,2%	55,33	27,4%
Eng. Roberto Costa - Porto de Cima	22,95	33,4%	22,95	55%	31,69	26,5%	31,69	47,9%
Porto de Cima - Eng. Lange	25,81	29,7%	25,81	49%	37,25	22,5%	37,25	40,7%
Eng. Lange - Marumby	32,59	23,5%	32,59	39%	50,08	16,8%	50,08	30,3%
Marumby - Véu de Noiva	16,50	46,4%	16,50	77%	20,90	40,2%	20,90	72,6%
Véu de Noiva - Est km 70	41,13	18,6%	41,13	31%	74,85	11,2%	74,85	20,3%
Est km 70 - Banhado	34,41	22,3%	34,41	37%	54,89	15,3%	54,89	27,6%
Banhado - Roca Nova	21,86	35,0%	21,86	58%	27,34	30,7%	27,34	55,5%
Roca Nova - Piraquara	27,19	28,2%	27,19	47%	36,28	23,1%	36,28	41,8%
Piraquara - Eng. Coral	41,85	18,3%	41,85	30%	62,12	13,5%	62,12	24,4%
Eng. Coral - Pinhais	19,10	40,1%	19,10	66%	23,58	35,6%	23,58	64,3%
Pinhais - Posto km 103,490	30,13	25,4%	30,13	42%	41,98	20,0%	41,98	36,1%
Posto km 103,490 - km 108	30,13	25,4%	30,13	42%	41,98	20,0%	41,98	36,1%
km 108 - Iguaçu	27,22	28,1%	27,22	47%	36,80	22,8%	36,80	41,2%
Iguaçu - km 124	20,51	37,3%	20,51	62%	27,37	30,7%	27,37	55,4%
km 124 - Araucária Terminal	34,76	22,0%	34,76	37%	54,23	15,5%	54,23	28,0%
Araucária Terminal - Araucária Carga	28,72	26,7%	28,72	44%	48,03	17,5%	48,03	31,6%
Araucária Carga - Posto km 141	23,68	32,3%	23,68	54%	31,55	26,6%	31,55	48,1%
Posto km 141 - General Lucio	19,31	39,7%	19,31	66%	25,00	33,6%	25,00	60,6%
General Lucio - Balsa Nova	30,22	25,3%	30,22	42%	44,63	18,8%	44,63	34,0%
Balsa Nova - Eng. Bley	20,10	38,1%	20,10	63%	27,52	30,5%	27,52	55,1%

Tabela 7 – Percentual de utilização da capacidade dos entre pátios em cada cenário
Fonte: ANTT (2018)

4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

4.3.1 Previsão de Demanda, Previsão de Receita e Determinação de Custos

A tabela do Apêndice C apresenta a previsão de demanda em toneladas e a receita em reais para os diferentes cenários, ou seja, um levantamento dos dados iniciais necessários para a análise financeira. Para a previsão de demanda foram utilizados os mesmos percentuais de crescimento relativos a cada grupo de carga das etapas anteriores. Na previsão da receita foram utilizados os valores de tarifa da tabela 2. A figura 12 apresenta o comportamento da demanda para os diferentes cenários, onde é possível visualizar que para o cenário 1, a partir de 2033 ocorre a saturação do sistema de ferrovias. No cenário 2, essa saturação ocorre a partir de 2024, e no cenário 3 a partir de 2026.

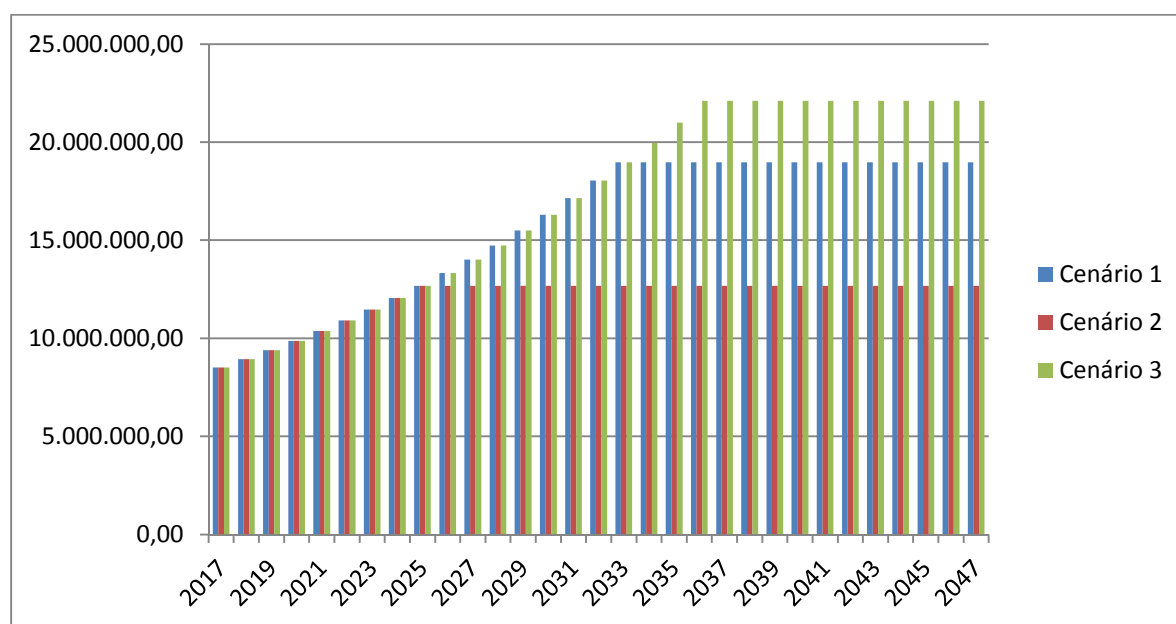


Figura 12 – Previsão de Demanda
Fonte: ANTT (2018)

Os custos considerados nesse projeto incluem: custos com despesas de pessoal, custos com investimentos em manutenção e custos com novos investimentos. Os custos de pessoal são iguais nos três cenários e se dividem em custos do pessoal responsável pela manutenção da via permanente e eletroeletrônica, pela manutenção de material rodante, pela gerência do Centro de Controle Operacional (CCO), pela gerência de operações, pela administração, pela Alimentação e pela saúde.

Os investimentos em manutenção, da mesma forma, são iguais para os três cenários e abrangem a manutenção da superestrutura da via, a operação dos estaleiros de solda, a manutenção do material rodante e a manutenção do equipamento ferroviário. A figura 13 apresenta de forma resumida esses custos, que se encontram de maneira mais completa no apêndice D.

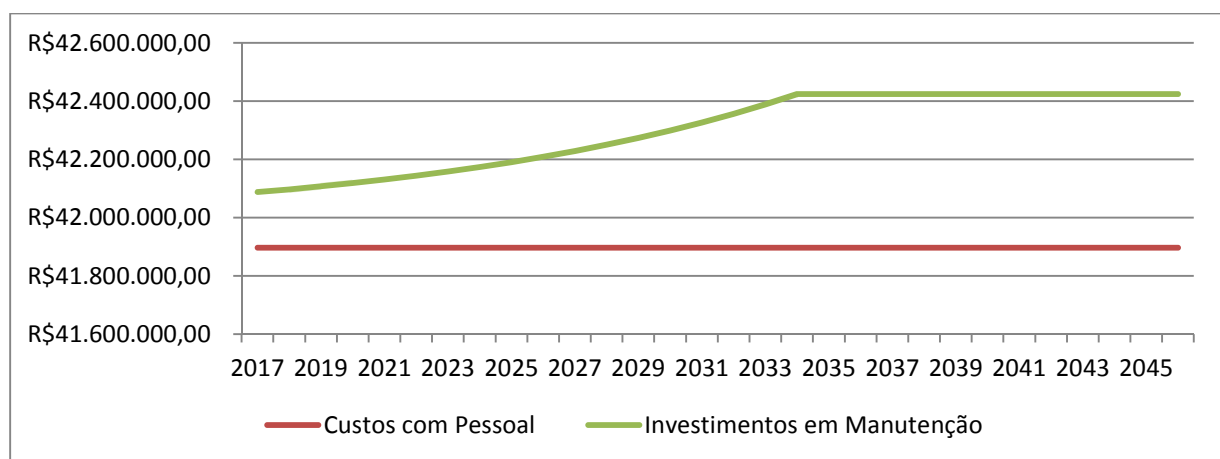


Figura 13 – Custos com pessoal e Manutenção
Fonte: VALEC (2012)

Por fim, os custos com novos investimentos variam de acordo com o cenário. No cenário 1, inclui apenas o custo de implantação de um novo pátio, no cenário 2, o custo de implantação de um novo sistema de sinalização e, no cenário 3, são incluídos os custos de implantação de um novo pátio e de um novo sistema de sinalização. A tabela 8 apresenta os valores de cada tipo de novo investimento.

Investimento	Valor Total
Implantação de Pátio de Cruzamento	R\$ 412.379.802,6
Implantação de Novo Sistema de Sinalização	R\$ 170.200.000,0

Tabela 8 – Custos de Novos Investimentos
Fonte: VALEC (2012)

4.3.2 Indicadores de Viabilidade

Levando em consideração os dados levantados e as premissas estabelecidas na metodologia, obteve-se os valores necessários para preencher os fluxos de caixa de cada cenário. Esses fluxos de caixa encontram-se disponíveis nos apêndices E, F e G.

A partir dos fluxos de caixa foram calculados os dois principais indicadores em cada cenário. A tabela 9 a seguir apresenta esses valores.

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
TIR do projeto	18,05%	21,50%	15,90%
VPL do projeto	R\$ 1.196.143.662,29	R\$ 1.147.084.329,87	R\$ 1.085.450.504,55

Tabela 9 – Indicadores de Viabilidade Financeira
Fonte: Autor (2018)

4.4 ESCOLHA DO MELHOR CENÁRIO DE INVESTIMENTO

A partir das análises apresentadas no presente trabalho, a tabela 10 apresenta os indicadores que auxiliam na decisão sobre qual a melhor decisão a ser tomada no trecho ferroviário estudado.

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
TIR do projeto	18,05%	21,50%	15,90%
VPL do projeto	R\$ 1.196.143.662,29	R\$ 1.147.084.329,87	R\$ 1.085.450.504,55
Média de utilização dos entre pátios	54,20%	28,50%	49,50%
Ano que será necessário a realização de novo investimento	2034	2026	2037

Tabela 10 – Indicadores e Informações para tomada de decisão
Fonte: Autor (2018)

É possível perceber que no cenário 2, apesar da TIR e VPL serem elevados, o ano em que o sistema atingirá a saturação novamente é 2026, menos de 10 anos. Levando isso em consideração, esse cenário foi retirado da análise.

Levando-se em consideração que, apesar do ano de saturação do cenário 3 ser maior, os 3 anos de diferença não compensariam o fato de todos os outros indicadores do cenário 1 (o VPL, o TIR do projeto e a média de utilização dos entre pátios) serem melhores. É possível concluir que entre o cenário 1 e o cenário 3, o cenário 1 é a melhor opção.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho buscou analisar a viabilidade financeira de investimentos para incrementar a capacidade e a segurança no transporte ferroviário de carga que acessa portos. A metodologia desenvolvida foi aplicada em trecho de 168,1 km que corresponde ao acesso ferroviário do Porto Paranaguá/PR, que possui terminais com uma capacidade ociosa anual de 25,6 milhões de toneladas em ferrovias.

Uma metodologia, que identifica os gargalos ferroviários através da análise do cenário atual, propondo em seguida cenários de melhoria e por fim analisando tanto indicadores ferroviários quanto de viabilidade financeira para obter o melhor resultado, foi desenvolvida para possibilitar a replicação do estudo em novos trechos. Apesar da simplicidade e facilidade da aplicação do método de viabilidade financeira utilizado, este apresenta resultados bem próximos à solução ótima. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de uma análise qualitativa após a aplicação da ferramenta, conforme apresentado no estudo de caso.

Ao final deste estudo chegou-se ao investimento mínimo viável no incremento de capacidade e segurança no transporte ferroviário de carga com o objetivo de impedir a saturação no trecho ferroviário estudado nos próximos 10 anos. Além disso, observou-se que a escolha do melhor cenário de investimento não pode ser limitada ao aspecto financeiro, sendo levado também em consideração os aspectos de tempo até que o sistema atinja novamente a saturação e do percentual médio de utilização dos entre pátios. Conclui-se que, entre os três cenários estudados, o investimento mínimo necessário para o aumento da capacidade e segurança do trecho estudado é o do cenário 1, de aproximadamente R\$ 412 milhões na implantação de um novo pátio de cruzamento.

Esse cenário ótimo possui um valor presente líquido de R\$ 1.196 bilhões, uma taxa interna de retorno de aproximadamente 18%, e, em média, os entre pátios passam 54,20% do tempo ocupados. Importante destacar que com os investimentos desse cenário o trecho estudado só atingirá a saturação em 2034.

Pelos resultados apresentados com a aplicação da metodologia, fica visível que por menor que seja a complexidade do investimento em capacidade em uma ferrovia, ele é extremamente necessário e gera um impacto positivo no sistema em geral.

Algumas propostas de trabalhos futuros surgiram em função dos resultados alcançados nesta pesquisa, elas seriam:

- Aplicação da metodologia do estudo em outros trechos ferroviários de acesso a portos: neste trabalho, foram realizadas simulações para um trecho ferroviário que acessa um porto com características específicas de demanda. Outros trechos ferroviários poderiam gerar resultados interessantes para se comparar com os aqui observados.
- Acréscimo da análise de viabilidade econômica na metodologia do estudo: a análise financeira realizada visava analisar a liquidez ou capacidade de pagamento. Assim

sendo, com o acréscimo da análise econômica seria possível avaliar a rentabilidade e lucratividade do investimento.

- Acréscimo da simulação no software VISIM ou no software Arena: a simulação nesses softwares enriqueceria a pesquisa com novos indicadores e com uma visão mais detalhada do funcionamento do sistema ferroviário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA. Estudo de Produtividade dos Berços da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina. 2017. Disponível em: < <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/arquivos/File/cadernodeprodutividade.pdf>>. Acesso em fevereiro de 2018.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Declaração de rede, 2017. Disponível em: < http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/Declaracao_de_Rede__2017.html>. Acesso em janeiro de 2018.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Definição de Termos, 2017. Disponível em: < http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/Declaracao_de_Rede__2017.html>. Acesso em janeiro de 2018.

AGUADO, M. et al. Railway signaling systems and new trends in wireless data communication. Vtc-2005-fall. 2005 Ieee 62nd Vehicular Technology Conference, 2005., [s.l.], p.1333-1336, 28 set. 2005. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/vetecf.2005.1558143>.

AREMA. Manual for Railway Engineering. Volume 4 . American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association - AREMA. 2009.

AAR (2017) Association of American Railroads. America's Freight Railroads Under Balanced Regulation. Disponível em: <https://www.aar.org/BackgroundPapers/America's%20Freight%20Railroads%20Under%20Balanced%20Regulation.pdf>

BRINA, H. 1 Estradas de Ferro: 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1988.

CASTRO, C. M. Estrutura e apresentação de publicações científicas. São Paulo: McGraw-Hill, 1976.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. Boletim Estatístico, 2017. Disponível em: < <http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em fevereiro de 2018.

CULLINANE, Kevin; SONG, Dong-Wook; WANG, Tengfei. The application of mathematical programming approaches to estimating container port production efficiency. Journal of Productivity Analysis, v. 24, p. 73-92, 2005.

CURY, M.. Escolha entre a bitola larga brasileira e a bitola internacional padrão para a linha 4 do metrô do rio de janeiro. Nota Técnica. Rio de Janeiro. 2011.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. Plano Nacional de Logística, 2018. Disponível em: < <http://www.epl.gov.br/>>. Acesso em Maio de 2018.

FENNER, D. Railway Signaling, 3rd IET Professional Development Course on Railway Electrification Infrastructure and Systems, 2007.

FERREIRA JR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S. Impactos do programa de fomento à cafeicultura no pequeno produtor do município de Viçosa – MG: uma análise financeira sob condições de risco. Revista de Economia e Agronegócio, Viçosa, v. 1, n. 4, p. 561-573, Out./Dez. 2003.

FORÚM ECONÔMICO MUNDIAL. Índice Global Competitiveness, 2018. Disponível em: < <http://reports.weforum.org/global-competitivenessindex-2017-2018/competitiveness-rankings/#series=GCI.A.02.01>>. Acesso em Maio de 2018.

FREMDLING, R. Railroads and german economic growth: a leading sector analysis with a comparison to the United States and Great Britain. *Journal of Economic History*, v.37,n.3, p.583-604, Sep. 1977.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. Pesquisa Custos Logísticos no Brasil. 2015. Disponível em: <<https://www.fdc.org.br/professorespesquisa/publicacoes/Paginas/publicacao-detalle.aspx?publicacao=18572>>. Acesso em janeiro de 2018.

JENKS, L. Railroad as an Economic Force in American Development. *Journal of Economic History*, IV, No.1. Maio 1944, 1-20.

MARTINS, Ricardo Silveira; CAIXETA FILHO, José Vicente. O desenvolvimento dos sistemas de transporte: auge, abandono e reativação recente das ferrovias. *Revista Teoria e Evidência Econômica*, Passo Fundo, v. 6, n. 11, p. 67-89, nov. 1998. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rtee/article/view/4786>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

MATOS, C. M. Viabilidade e análise de risco de projetos de irrigação: estudo de caso do Projeto Jequitai (MG). Viçosa, MG: UFV, 2002. 142 f. Tese (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. Plano Mestre Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/bruna.rolim/Downloads/VersoPreliminar_PMComplexoParanagueAntonina_28Set2016.pdf>. Acesso em janeiro de 2018.

MRS LOGÍSTICA. Relatório Anual de Administração, 2015. Disponível em: <http://ri.mrs.com.br/download_arquivos.asp?id_arquivo=1F7DA33D-3158-4E50-B760-3239938E99AE>. Acesso em Maio de 2018.

NORONHA, J.F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 1987. 269 p.

NUNES, C. Utilização de métodos de análise de falhas em um sistema de sinalização ferroviária. 2012. Monografia do Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Cargas - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, G. Planejamento operacional baseado em teoria de filas e simulação de eventos discretos. 2006. Monografia do Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Cargas - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Análise econômica e social de projetos florestais. Viçosa: Editora UFV, 2001. 389 p.

SECRETARIA DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Plano Mestre Porto de Paranaguá, 2013. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/planos-mestres>>. Acesso em janeiro de 2018.

STÜLP, V.J.; PLÁ, J.A.. Estudo do setor agroindustrial da soja. Porto Alegre, 1992.

THEEG, G., VLASENKO, S. Railway Signalling & Interlocking - International Compendium Eurail Press, 2009.

VERGARA, Sylvia C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. Projetos: planejamento, elaboração e análise. 1. ed. São Paulo: Atlas S/A, 1996. 294p.

APÊNDICE A – CAPACIDADE DOS TERMINAIS DO PORTO DE PARANAGUÁ

Terminal	Capacidade		
	Vagão/Dia	TU/Dia	TU/Ano
Agtl	10	500	165.000
ALL 1	100	5.000	1.650.000
ALL 2	50	2.500	825.000
Brasmar	25	1.250	412.500
Bunge	60	3.000	990.000
Bunge - Soceppar	100	5.000	1.650.000
Bunge Sanbra	30	1.500	495.000
Bunge Soceppar Az -4	45	2.250	742.500
Bunge Soceppar Az -5	150	7.500	2.475.000
Cargill	60	3.000	990.000
Catallini 1	20	1.000	330.000
Catallini 2	18	720	237.600
CBL 1	60	3.000	990.000
CBL 2	75	3.750	1.237.500
Centro Sul	75	3.750	1.237.500
Coamo Indústria	15	750	247.500
Coamo Terminal	40	2.000	660.000
Corredor	100	5.000	1.650.000
Cotriguaçu	80	4.000	1.320.000
CPA	28	1.120	369.600
Fertipar 1	20	1.000	330.000
Fertipar 2	40	2.000	660.000
Fospar	20	1.000	330.000
Klabin	71	3.550	1.171.500
Louis Dreyfus	50	2500	825.000
Multitrans	15	750	247.500
Pasa 1	200	10.000	3.300.000
Pasa 2	45	2.250	742.500
Pasa 3	200	10.000	3.300.000
Petrobrás	20	800	264.000
Rocha	40	2.000	660.000
Seara	20	1.000	330.000
Silão Público	250	12.500	4.125.000
Soccepar AZ-5	100	5.000	1.650.000
TCP e BRASMAR	74	3.700	1.221.000
U. Vopak	40	2.000	660.000
Usina Santa Terezinha	20	1.000	330.000
Yara	15	750	247.500

APÊNDICE B – DEMANDA MENSAL DE 2017 (TU) POR TIPO DE CARGA

Mês	Origem				Destino			
	GSA	GSNA	GL	CGC	GSA	GSNA	GL	CGC
Jan	1.985,00	44.056,00	38.232,00	8.571,00	275.470,00	-	3.313,00	61.406,00
Fev	-	12.380,00	30.297,00	8.600,00	420.051,00	-	3.659,00	59.051,00
Mar	-	16.118,00	30.988,00	8.754,00	561.744,00	-	4.735,00	63.032,00
Abr	-	35.288,00	36.039,00	8.058,00	565.901,00	-	5.046,00	61.636,00
Mai	115	38.949,00	41.328,00	9.306,00	671.212,00	-	5.063,00	68.748,00
Jun	-	25.083,00	47.699,00	8.618,00	701.054,00	-	5.008,00	66.854,00
Jul	-	27.949,00	60.558,00	9.073,00	865.922,00	-	5.609,00	65.533,00
Ago	-	21.077,00	64.171,00	9.282,00	853.330,00	-	2.896,00	71.009,00
Set	-	17.396,00	62.691,00	8.224,00	842.665,00	-	1.047,00	56.388,00
Out	-	30.621,00	57.070,00	8.202,00	683.792,00	-	3.902,00	55.861,00
Nov	-	43.493,00	51.703,00	6.451,00	752.816,00	-	2.448,00	45.324,00
Dez	55	32.008,00	59.315,00	8.292,00	542.243,00	-	3.978,00	53.842,00

APÊNDICE C – PREVISÃO DE DEMANDA E RECEITA

		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
Ano		Demanda total	Receita total	Demanda total	Receita total	Demanda total	Receita total
0	2017	8.511.588,00	R\$ 285.011.175,96	8.511.588,00	R\$ 285.011.175,96	8.511.588,00	R\$ 285.011.175,96
1	2018	8.943.112,97	R\$ 300.088.315,02	8.943.112,97	R\$ 300.088.315,02	8.943.112,97	R\$ 300.088.315,02
2	2019	9.397.441,94	R\$ 315.974.247,89	9.397.441,94	R\$ 315.974.247,89	9.397.441,94	R\$ 315.974.247,89
3	2020	9.875.797,48	R\$ 332.712.556,53	9.875.797,48	R\$ 332.712.556,53	9.875.797,48	R\$ 332.712.556,53
4	2021	10.379.467,98	R\$ 350.349.174,71	10.379.467,98	R\$ 350.349.174,71	10.379.467,98	R\$ 350.349.174,71
5	2022	10.909.811,27	R\$ 368.932.514,99	10.909.811,27	R\$ 368.932.514,99	10.909.811,27	R\$ 368.932.514,99
6	2023	11.468.258,33	R\$ 388.513.602,50	11.468.258,33	R\$ 388.513.602,50	11.468.258,33	R\$ 388.513.602,50
7	2024	12.056.317,26	R\$ 409.146.216,06	12.056.317,26	R\$ 409.146.216,06	12.056.317,26	R\$ 409.146.216,06
8	2025	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77
9	2026	13.327.713,79	R\$ 453.795.804,78	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	13.327.713,79	R\$ 453.795.804,78
10	2027	14.014.491,67	R\$ 477.935.484,38	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	14.014.491,67	R\$ 477.935.484,38
11	2028	14.737.771,49	R\$ 503.372.438,13	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	14.737.771,49	R\$ 503.372.438,13
12	2029	15.499.513,96	R\$ 530.176.610,29	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	15.499.513,96	R\$ 530.176.610,29
13	2030	16.301.785,49	R\$ 558.421.720,21	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	16.301.785,49	R\$ 558.421.720,21
14	2031	17.146.763,86	R\$ 588.185.466,19	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	17.146.763,86	R\$ 588.185.466,19
15	2032	18.036.744,30	R\$ 619.549.740,24	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	18.036.744,30	R\$ 619.549.740,24
16	2033	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57
17	2034	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	19.961.517,59	R\$ 687.429.780,20
18	2035	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	21.001.546,67	R\$ 724.132.398,54
19	2036	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
20	2037	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
21	2038	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
22	2039	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
23	2040	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
24	2041	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
25	2042	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
26	2043	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
27	2044	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
28	2045	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
29	2046	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46
30	2047	18.974.145,74	R\$ 652.600.854,57	12.675.577,41	R\$ 430.887.036,77	22.097.064,71	R\$ 762.809.766,46

APÊNDICE D – CUSTOS COM PESSOAL E MANUTENÇÃO

Custos	Custos com Pessoal	Investimentos em Manutenção
2017	R\$ 41.896.293,2	R\$ 191.013,2
2018	R\$ 41.896.293,2	R\$ 200.563,8
2019	R\$ 41.896.293,2	R\$ 210.911,4
2020	R\$ 41.896.293,2	R\$ 222.124,9
2021	R\$ 41.896.293,2	R\$ 234.279,0
2022	R\$ 41.896.293,2	R\$ 247.455,4
2023	R\$ 41.896.293,2	R\$ 261.742,5
2024	R\$ 41.896.293,2	R\$ 277.237,0
2025	R\$ 41.896.293,2	R\$ 294.043,8
2026	R\$ 41.896.293,2	R\$ 312.277,2
2027	R\$ 41.896.293,2	R\$ 332.061,7
2028	R\$ 41.896.293,2	R\$ 353.532,8
2029	R\$ 41.896.293,2	R\$ 376.838,0
2030	R\$ 41.896.293,2	R\$ 402.137,9
2031	R\$ 41.896.293,2	R\$ 429.607,5
2032	R\$ 41.896.293,2	R\$ 459.437,2
2033	R\$ 41.896.293,2	R\$ 491.834,4
2034	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2035	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2036	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2037	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2038	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2039	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2040	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2041	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2042	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2043	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2044	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2045	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
2046	R\$ 41.896.293,2	R\$ 527.025,2
Total	R\$ 1.256.888.796,5	R\$ 12.148.425,4

APÊNDICE E – FLUXO DE CAIXA CENÁRIO 1

Fluxo de caixa						
Ano	0	1	2	3	4	5
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Receita	R\$ 285.011.175,96	R\$ 300.088.315,02	R\$ 315.974.247,89	R\$ 332.712.556,53	R\$ 350.349.174,71	R\$ 368.932.514,99
Imposto sobre receita	-R\$ 60.564.874,89	-R\$ 63.768.766,94	-R\$ 67.144.527,68	-R\$ 70.701.418,26	-R\$ 74.449.199,63	-R\$ 78.398.159,43
Custos operacionais e administrativos	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
Custos de manutenção	-R\$ 191.013,25	-R\$ 200.563,80	-R\$ 210.911,41	-R\$ 222.124,87	-R\$ 234.279,04	-R\$ 247.455,38
EBITDA	R\$ 121.794.119,71	R\$ 130.453.924,12	R\$ 139.577.987,91	R\$ 149.191.301,92	R\$ 159.320.203,20	R\$ 169.992.447,52
Depreciação	R\$ 0,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00
LAJIR	R\$ 121.794.119,71	R\$ 110.968.466,13	R\$ 120.092.529,92	R\$ 129.705.843,92	R\$ 139.834.745,20	R\$ 150.506.989,52
Imposto sobre lucro	-R\$ 29.230.568,78	-R\$ 26.612.478,11	-R\$ 28.802.257,22	-R\$ 31.109.456,58	-R\$ 33.540.397,11	-R\$ 36.101.740,19
Depreciação	R\$ 0,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00
Investimentos na ferrovia	-R\$ 212.379.802,55	-R\$ 200.000.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Capital de giro	R\$ 0,00	-R\$ 1.799.432,61	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fluxo de caixa livre	-R\$ 119.816.251,62	-R\$ 97.957.986,80	R\$ 110.775.730,69	R\$ 118.081.845,33	R\$ 125.779.806,09	R\$ 133.890.707,32

6	7	8	9	10	11	12	13
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
R\$ 388.513.602,50	R\$ 409.146.216,06	R\$ 430.887.036,77	R\$ 453.795.804,78	R\$ 477.935.484,38	R\$ 503.372.438,13	R\$ 530.176.610,29	R\$ 558.421.720,21
-R\$ 82.559.140,53	-R\$ 86.943.570,91	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 96.431.608,51	-R\$ 101.561.290,43	-R\$ 106.966.643,10	-R\$ 112.662.529,69	-R\$ 118.664.615,55
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 261.742,54	-R\$ 277.237,00	-R\$ 294.043,77	-R\$ 312.277,19	-R\$ 332.061,70	-R\$ 353.532,79	-R\$ 376.837,99	-R\$ 402.137,91
R\$ 181.237.285,68	R\$ 193.085.544,02	R\$ 205.563.709,15	R\$ 218.724.017,34	R\$ 232.584.548,60	R\$ 247.189.325,91	R\$ 262.578.419,71	R\$ 278.794.057,99
-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00
R\$ 161.751.827,69	R\$ 173.600.086,02	R\$ 186.084.251,16	R\$ 199.238.559,34	R\$ 213.099.090,61	R\$ 227.703.867,92	R\$ 243.092.961,71	R\$ 259.308.600,00
-R\$ 38.800.506,04	-R\$ 41.644.092,98	-R\$ 44.640.297,82	-R\$ 47.797.337,26	-R\$ 51.123.870,54	-R\$ 54.629.023,18	-R\$ 58.322.412,10	-R\$ 62.214.172,05
R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 142.436.779,64	R\$ 151.441.451,04	R\$ 160.929.411,33	R\$ 170.926.680,08	R\$ 181.460.678,07	R\$ 192.560.302,73	R\$ 204.256.007,61	R\$ 216.579.885,94

14	15	16	17	18	19	20	21
2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
R\$ 588.185.466,19	R\$ 619.549.740,24	R\$ 652.600.854,57	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20
-R\$ 124.989.411,57	-R\$ 131.654.319,80	-R\$ 138.677.681,60	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 429.607,49	-R\$ 459.437,18	-R\$ 491.834,44	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 295.880.742,36	R\$ 313.885.370,24	R\$ 332.857.363,72	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20
-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00
R\$ 276.395.284,36	R\$ 294.399.912,25	R\$ 313.371.905,72	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20
-R\$ 66.314.983,41	-R\$ 70.636.101,61	-R\$ 75.189.387,94	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23
R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 229.565.758,95	R\$ 243.249.268,63	R\$ 257.667.975,78	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97

22	23	24	25	26	27	28	29	30
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20	R\$ 687.429.780,20
-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 146.078.828,29
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20	R\$ 352.848.805,20
-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00	-R\$ 19.485.458,00
R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20	R\$ 333.363.347,20
-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23	-R\$ 79.987.342,23
R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00	R\$ 19.485.458,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97	R\$ 272.861.462,97

APÊNDICE F – FLUXO DE CAIXA CENÁRIO 2

Fluxo de caixa						
Ano	0	1	2	3	4	5
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Receita	R\$ 285.011.175,96	R\$ 300.088.315,02	R\$ 315.974.247,89	R\$ 332.712.556,53	R\$ 350.349.174,71	R\$ 368.932.514,99
Imposto sobre receita	-R\$ 60.564.874,89	-R\$ 63.768.766,94	-R\$ 67.144.527,68	-R\$ 70.701.418,26	-R\$ 74.449.199,63	-R\$ 78.398.159,43
Custos operacionais e administrativos	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
Custos de manutenção	-R\$ 191.013,25	-R\$ 200.563,80	-R\$ 210.911,41	-R\$ 222.124,87	-R\$ 234.279,04	-R\$ 247.455,38
EBITDA	R\$ 121.794.119,71	R\$ 130.453.924,12	R\$ 139.577.987,91	R\$ 149.191.301,92	R\$ 159.320.203,20	R\$ 169.992.447,52
Depreciação	R\$ 0,00	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76
LAJIR	R\$ 121.794.119,71	R\$ 119.672.937,36	R\$ 128.797.001,15	R\$ 138.410.315,15	R\$ 148.539.216,43	R\$ 159.211.460,75
Imposto sobre lucro	-R\$ 29.230.568,78	-R\$ 28.701.554,83	-R\$ 30.891.333,95	-R\$ 33.198.533,31	-R\$ 35.629.473,83	-R\$ 38.190.816,92
Depreciação	R\$ 0,00	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76
Investimentos na ferrovia	-R\$ 170.000.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Capital de giro	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fluxo de caixa livre	-R\$ 77.436.449,07	R\$ 101.752.369,30	R\$ 108.686.653,97	R\$ 115.992.768,61	R\$ 123.690.729,36	R\$ 131.801.630,60

6	7	8	9	10	11	12	13
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
R\$ 388.513.602,50	R\$ 409.146.216,06	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77
-R\$ 82.559.140,53	-R\$ 86.943.570,91	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 261.742,54	-R\$ 277.237,00	-R\$ 294.043,77	-R\$ 312.277,19	-R\$ 332.061,70	-R\$ 353.532,79	-R\$ 376.837,99	-R\$ 402.137,91
R\$ 181.237.285,68	R\$ 193.085.544,02	R\$ 205.569.709,15	R\$ 205.551.475,73	R\$ 205.531.691,23	R\$ 205.510.220,13	R\$ 205.486.914,94	R\$ 205.461.615,01
-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76
R\$ 170.456.298,92	R\$ 182.304.557,26	R\$ 194.788.722,39	R\$ 194.770.488,97	R\$ 194.750.704,46	R\$ 194.729.233,37	R\$ 194.705.928,18	R\$ 194.680.628,25
-R\$ 40.889.582,76	-R\$ 43.733.169,70	-R\$ 46.729.374,53	-R\$ 46.724.998,50	-R\$ 46.720.250,22	-R\$ 46.715.097,15	-R\$ 46.709.503,89	-R\$ 46.703.431,90
R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 140.347.702,92	R\$ 149.352.374,32	R\$ 158.840.334,62	R\$ 158.826.477,23	R\$ 158.811.441,00	R\$ 158.795.122,98	R\$ 158.777.411,05	R\$ 158.758.183,11

14	15	16	17	18	19	20	21
2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77
-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 429.607,49	-R\$ 459.437,18	-R\$ 491.834,44	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 205.434.145,44	R\$ 205.404.315,75	R\$ 205.371.918,48	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72
-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76
R\$ 194.653.158,68	R\$ 194.623.328,98	R\$ 194.590.931,72	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96
-R\$ 46.696.839,19	-R\$ 46.689.680,05	-R\$ 46.681.904,69	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89
R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 158.737.306,25	R\$ 158.714.635,70	R\$ 158.690.013,79	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83

22	23	24	25	26	27	28	29	30
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77	R\$ 430.887.036,77
-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 91.563.495,31
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72	R\$ 205.336.727,72
-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76	-R\$ 10.780.986,76
R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96	R\$ 194.555.740,96
-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89	-R\$ 46.673.458,89
R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76	R\$ 10.780.986,76
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83	R\$ 158.663.268,83

APÊNDICE G – FLUXO DE CAIXA CENÁRIO 3

Fluxo de caixa						
Ano	0	1	2	3	4	5
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Receita	R\$ 285.011.175,96	R\$ 300.088.315,02	R\$ 315.974.247,89	R\$ 332.712.556,53	R\$ 350.349.174,71	R\$ 368.932.514,99
Imposto sobre receita	-R\$ 60.564.874,89	-R\$ 63.768.766,94	-R\$ 67.144.527,68	-R\$ 70.701.418,26	-R\$ 74.449.199,63	-R\$ 78.398.159,43
Custos operacionais e administrativos	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
Custos de manutenção	-R\$ 191.013,25	-R\$ 200.563,80	-R\$ 210.911,41	-R\$ 222.124,87	-R\$ 234.279,04	-R\$ 247.455,38
EBITDA	R\$ 121.794.119,71	R\$ 130.453.924,12	R\$ 139.577.987,91	R\$ 149.191.301,92	R\$ 159.320.203,20	R\$ 169.992.447,52
Depreciação	R\$ 0,00	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68
LAJIR	R\$ 121.794.119,71	R\$ 100.600.139,45	R\$ 109.724.203,24	R\$ 119.337.517,24	R\$ 129.466.418,52	R\$ 140.138.662,84
Imposto sobre lucro	-R\$ 29.230.568,78	-R\$ 24.124.075,39	-R\$ 26.313.854,50	-R\$ 28.621.053,86	-R\$ 31.051.994,39	-R\$ 33.613.337,47
Depreciação	R\$ 0,00	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68
Investimentos na ferrovia	-R\$ 370.000.000,00	-R\$ 212.379.802,60	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Capital de giro	R\$ 0,00	-R\$ 2.348.954,83	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fluxo de caixa livre	-R\$ 277.436.449,07	-R\$ 108.398.908,63	R\$ 113.264.133,41	R\$ 120.570.248,06	R\$ 128.268.208,81	R\$ 136.379.110,04

6	7	8	9	10	11	12	13
2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
R\$ 388.513.602,50	R\$ 409.146.216,06	R\$ 430.887.036,77	R\$ 453.795.804,78	R\$ 477.935.484,38	R\$ 503.372.438,13	R\$ 530.176.610,29	R\$ 558.421.720,21
-R\$ 82.559.140,53	-R\$ 86.943.570,91	-R\$ 91.563.495,31	-R\$ 96.431.608,51	-R\$ 101.561.290,43	-R\$ 106.966.643,10	-R\$ 112.662.529,69	-R\$ 118.664.615,55
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 261.742,54	-R\$ 277.237,00	-R\$ 294.043,77	-R\$ 312.277,19	-R\$ 332.061,70	-R\$ 353.532,79	-R\$ 376.837,99	-R\$ 402.137,91
R\$ 181.237.285,68	R\$ 193.085.544,02	R\$ 205.569.709,15	R\$ 218.724.017,34	R\$ 232.584.548,60	R\$ 247.189.325,91	R\$ 262.578.419,71	R\$ 278.794.057,99
-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68
R\$ 151.383.501,01	R\$ 163.231.753,34	R\$ 175.715.924,48	R\$ 188.870.232,66	R\$ 202.730.763,93	R\$ 217.335.541,24	R\$ 232.724.635,04	R\$ 248.940.273,32
-R\$ 36.312.103,32	-R\$ 39.155.690,25	-R\$ 42.151.895,08	-R\$ 45.308.934,54	-R\$ 48.635.467,81	-R\$ 52.140.620,46	-R\$ 55.834.009,38	-R\$ 59.725.769,33
R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 144.925.182,36	R\$ 153.929.853,77	R\$ 163.417.814,07	R\$ 173.415.082,80	R\$ 183.949.080,79	R\$ 195.048.705,46	R\$ 206.744.410,33	R\$ 219.068.288,67

14	15	16	17	18	19	20	21
2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
R\$ 588.185.466,19	R\$ 619.549.740,24	R\$ 652.600.854,57	R\$ 687.429.780,20	R\$ 724.132.398,54	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46
-R\$ 124.969.411,57	-R\$ 131.654.319,80	-R\$ 138.677.681,60	-R\$ 146.078.828,29	-R\$ 153.878.134,69	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 429.607,49	-R\$ 453.437,18	-R\$ 491.834,44	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 295.880.742,36	R\$ 313.885.370,24	R\$ 332.857.363,72	R\$ 352.848.805,20	R\$ 373.952.810,74	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30
-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68
R\$ 266.026.957,68	R\$ 284.031.585,57	R\$ 303.003.579,04	R\$ 322.995.020,52	R\$ 344.099.026,06	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62
-R\$ 63.826.580,68	-R\$ 68.147.698,89	-R\$ 72.700.985,22	-R\$ 77.498.939,50	-R\$ 82.563.909,62	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67
R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 232.054.161,67	R\$ 245.737.671,36	R\$ 260.156.378,50	R\$ 275.349.865,69	R\$ 291.388.901,11	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63

22	23	24	25	26	27	28	29	30
2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46	R\$ 762.809.766,46
-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37	-R\$ 162.097.075,37
-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22	-R\$ 41.896.293,22
-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20	-R\$ 527.025,20
R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30	R\$ 396.192.297,30
-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68	-R\$ 29.853.784,68
R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62	R\$ 366.338.512,62
-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67	-R\$ 87.901.395,67
R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68	R\$ 29.853.784,68
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63	R\$ 308.290.901,63